Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schrattenfluh

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Basel

von

HANS RUEDI ECKERT
aus Wattwil

Basel
Buchdruckerei Birkhäuser AG.
1963

Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schrattenfluh

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Basel

von

HANS RUEDI ECKERT
aus Wattwil

Basel
Buchdruckerei Birkhäuser AG.
1963

Genehmigt von der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren M. Reichel und L. Vonderschmitt.

Basel, den 7. Mai 1963.

Prof. E. Baumgartner, Dekan

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

Sonderabdruck aus Bericht der Schweizerischen Palaeontologischen Gesellschaft
42. Jahresversammlung
Eclogae geologicae Helvetiae Vol. 56, Nr. 2, 1963

Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schrattenfluh

Von **Hans Ruedi Eckert** (Basel)[1])

Mit 35 Textfiguren und 7 Tafeln (I–VII)

INHALTSVERZEICHNIS

Summary 1002
Résumé 1003
Vorwort 1003
1. Einleitung 1004
A. Allgemeine Orientierung 1004
B. Historisches 1004
C. Problemstellung und Arbeitsmethoden 1006
2. Profilbeschreibung 1008
A. Pilatus-Süd 1008
a) Alpnach 1008
b) Schy 1011
c) Quellgebiet der Chli-Schliere 1012
B. Pilatus-Nord 1014
C. Schafmatt – Schimbrig 1015
D. Südelbach 1022
3. Zusammenfassende Charakterisierung der Gesteine 1024
A. Stadschiefer und Schimbergschiefer 1024
B. Lithothamnien-Brekzien 1025
C. Sandsteine 1026
D. Konglomerate 1027
E. Gesteine der Südelbach-Serie 1027
4. Systematische Beschreibung der Foraminiferen 1028
Familie *Rhizamminidae* 1028
Gattung *Bathysiphon* 1028
Familie *Lituolidae* 1029
Gattung *Haplophragmoides* 1029, Gattung *Ammobaculites* 1029, Gattung *Triplasia* 1029
Familie *Textulariidae* 1030
Gattung *Spiroplectammina* 1030, Gattung *Vulvulina* 1031
Familie *Verneuilinidae* 1032
Gattung *Clavulinoides* 1032
Familie *Valvulinidae* 1033
Gattung *Dorothia* 1033, Gattung *Karreriella* 1034, Gattung *Tritaxilina* 1034
Familie *Miliolidae* 1034
Gattung *Massilina* 1035

---

[1]) Geologisch-paläontologisches Institut der Universität, Bernoullianum.

Familie *Lagenidae* 1035
Gattung *Robulus* 1035, Gattung *Marginulina* 1036, Gattung *Marginulinopsis* 1037, Gat-tung *Dentalina* 1037, Gattung *Nodosaria* 1038, Gattung *Pseudoglandulina* 1039, Gattung *Saracenaria* 1039, Gattung *Vaginulinopsis* 1039, Gattung *Planularia* 1040, Gattung *Lagena* 1040.
Familie *Alveolinidae* 1041
Familie *Heterohelicidae* 1042
Familie *Buliminidae* 1042
Gattung *Bulimina* 1042, Gattung *Oolina* 1044, Gattung *Fissurina* 1044, Gattung *Virgulina* 1045, Gattung *Bolivina* 1045, Gattung *Reussella* 1046, Gattung *Hopkinsina* 1046, Gattung *Uvigerina* 1046, Gattung *Stilostomella* 1047
Familie *Ellipsoidinidae* 1049
Gattung *Pleurostomella* 1049, Gattung *Nodosarella* 1050
Familie *Rotaliidae* 1051
Gattung *Valvulineria* 1051, Gattung *Gyroidinoides* 1051, Gattung *Rotaliatina* 1051, Gattung *Eponides* 1052, Gattung *Osangularia* 1052
Familie *Amphisteginidae* 1053
Gattung *Asterigerina* 1053
Familie *Cassidulinidae* 1053
Gattung *Cassidulina* 1053
Familie *Chilostomellidae* 1053
Gattung *Pullenia* 1053
Familie *Anomalinidae* 1054
Gattung *Anomalinoides* 1054, Gattung *Planulina* 1055, Gattung *Cibicides* 1055
Familie *Globigerinidae* 1056
Gattung *Globigerina* 1056, Gattung *Globigerinita* 1061, Gattung *Globorotalia* 1062, Gattung *Globigerapsis* 1063, Gattung *Globigerinatheka* 1065
Familie *Hantkeninidae* 1065
Gattung *Hantkenina* 1065
5. Auswertung der Fauna 1066
A. Allgemeines 1066
B. Eingliederung der obereozänen Schiefer 1067
Zusammenfassung der Resultate 1069
Literaturverzeichnis 1069

SUMMARY

The upper Eocene of the Swiss Alps consists mainly of Globigerina-shales. This paper deals with these youngest sediments of the Pilatus Mountains (Central-Switzerland). Until recently the age of these shales was considered to be Priabonian, because layers of Lithothamnian-limestone rich in upper Eocene macroforaminifera can be found throughout the whole section. The microforaminifera of the shales s. str. (Stadschiefer) had never been studied in detail before.

The present paper consists of four parts:

1. Description of the different sections and of the collected material with lists of the fauna.
2. A short description of the sediments.
3. Systematic study of the isolated foraminifera containing 94 species and varieties; 25 of these species first described by Gümbel (1868) are drawn and diagnose given.

The reader will find reference to the family of the *Globigerinidae* – due to its importance for stratigraphic questions – in a special chapter at the end of the systematic descriptions.

4. A general discussion of the results and comparison with the planktonic foraminiferal-zones of Trinidad (Bolli, 1957) and E-Africa (Banner & Blow, 1962).

The main result is that the so-called Stadschiefer are shown to belong to the *Globigerapsis semi-involuta*-zone.

RÉSUMÉ

L'Eocène supérieur des Alpes Suisses est principalement représenté par des schistes à Globigérines. Nous décrivons ici ceux de la région du Pilate (Suisse centrale), où ils constituent les sédiments les plus récents.

L'âge priabonien de ces couches a été établi d'après les grands foraminifères qui abondent dans leurs intercalations calcaires à Lithothamnies, mais les petits foraminifères n'avaient pas encore été étudiés en détail. Leur description constitue l'objet principal du présent mémoire qui comporte 4 parties:

1° La description des diverses coupes et une étude faunistique des niveaux.
2° Un exposé des caractères des roches.
3° Une étude systématique de 94 espèces et variétés de petits foraminifères dont 25 espèces décrites par Gümbel en 1868 ont été redessinées et leur description complétée. Un chapitre spécial est consacré à la famille des *Globigerinidae*, étant donnée son importance stratigraphique.
4° Une discussion générale des faits observés et la comparaison avec les zones de foraminifères établies par Bolli (1957) et par Banner & Blow (1962). Les résultats stratigraphiques sont résumés en un tableau à la fin du travail.

Les «Stadschiefer» peuvent être considérés comme faisant partie de la zone à *Globigerapsis semi-involuta*.

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung von Herrn Prof. Dr. L. Vonderschmitt. Die Untersuchungen im Felde erstreckten sich über die Sommermonate der Jahre 1959 bis 1961. Die restliche Zeit wurde für die Ausarbeitung des gesammelten Materials verwendet, wobei ich zuerst speziell den Aufschlussmethoden der Gesteine mein Hauptaugenmerk schenkte.

An dieser Stelle möchte ich meinen verehrten Lehrern, den Herren Proff. M. Reichel und L. Vonderschmitt, herzlich danken für die Anleitungen und mannigfachen Anregungen, die sie mir während meiner Studienzeit am Geologisch-Paläontologischen Institut in Basel zuteil werden liessen.

Mein bester Dank gilt auch Herrn Prof. H. Schaub, Direktor des Naturhistorischen Museums in Basel, der meiner Arbeit stets grosses Interesse entgegenbrachte.

Des weiteren sei den Herren der Kommission für die Schweiz. Forschungsstation an der Elfenbeinküste, insbesondere Herrn Prof. Dr. R. Geigy, herzlich

dafür gedankt, dass sie mir ermöglichten, meine Dissertation in Adiopodoumé auszuarbeiten und zu redigieren.

Herr Dr. KUGLER stellte mir in selbstloser Weise seine Bibliothek zur Verfügung. Er sei meines wärmsten Dankes versichert. Ohne seine grosszügige Hilfe hätte diese Arbeit kaum in Afrika zu Ende geführt werden können.

Auch der netten und anregenden Stunden sei gedacht, die ich zusammen mit meinen Studienkollegen verbringen durfte.

Ganz speziell aber danken möchte ich meinen Eltern, die mir das Studium ermöglichten, sowie meiner Frau für ihr Verständnis und ihre Mithilfe bei der Ausarbeitung der Dissertation.

1. EINLEITUNG

A. ALLGEMEINE ORIENTIERUNG

Ursprünglich hätte dieser Arbeit die Untersuchung des gesamten Eozäns der helvetischen Randkette zwischen Pilatus und Thunersee zugrunde liegen sollen. Zu Beginn der allgemeinen Aufnahmen stellte sich jedoch heraus, dass die Grundlagen hierfür allzu ungenügend sind. Lithologisch ist das helvetische Eozän wohl ausführlich beschrieben worden; auch einige paläontologische Daten sind bekannt. Die grosse Lücke, die indes in der Kenntnis der hier zur Diskussion stehenden Schichten noch klafft, ist eine Beschreibung mikropaläontologischer Natur des jüngsten Helvetikums der Randkette. Die Arbeit wird sich mit dem Ober-Eozän der helvetischen Randkette befassen unter spezieller Berücksichtigung der Stadschiefer. Das untersuchte Gebiet in den oben erwähnten Schichten erstreckt sich vom Pilatus im NE bis zur Schrattenfluh im SW (Fig. 1).

Als topographische Unterlagen dienten folgende Blätter der Landeskarte der Schweiz im Maßstab 1:25000: Blatt Alpnach 1170, Blatt Schüpfheim 1169 und Blatt Sörenberg 1189. Ausserdem lagen den Profilaufnahmen Grundbuchblätter der Kantone Ob- und Nidwalden sowie Luzern zugrunde.

B. HISTORISCHES

Die Mikropaläontologie der Stadschiefer und deren stratigraphische Auswertung bilden den Hauptbestandteil dieser Arbeit. Es erübrigt sich deshalb, auf die ersten Untersuchungen geologischer Art im Pilatusgebiet zurückzugreifen. Von älteren Werken sei daher nur F. J. KAUFMANNS «Der Pilatus» (1867) erwähnt. A. BUXTORF hat in den zwanziger Jahren das Pilatusgebiet neu kartiert. Seine Originalaufnahmen standen mir aber nur während kürzester Zeit zur Verfügung. Es bleibt zu hoffen, dass die von Herrn Prof. BUXTORF aufgenommenen Karten bald veröffentlicht werden. Im Moment existiert von diesem Autor lediglich der Vortrag über die «Geologie des Pilatus» (1924), mit einer aufschlussreichen Profilserie.

Aus der neuesten Zeit stammen die Untersuchungen von J. SCHUMACHER (1948). Der Autor wählt das klassische Tertiärprofil am Klimsenhorn (Nord-Pilatus) als Standardprofil für die Horizontierung des Oberlutétien und des basalen Priabonien. Wir werden weiter unten noch genauer auf diese Arbeit eingehen.

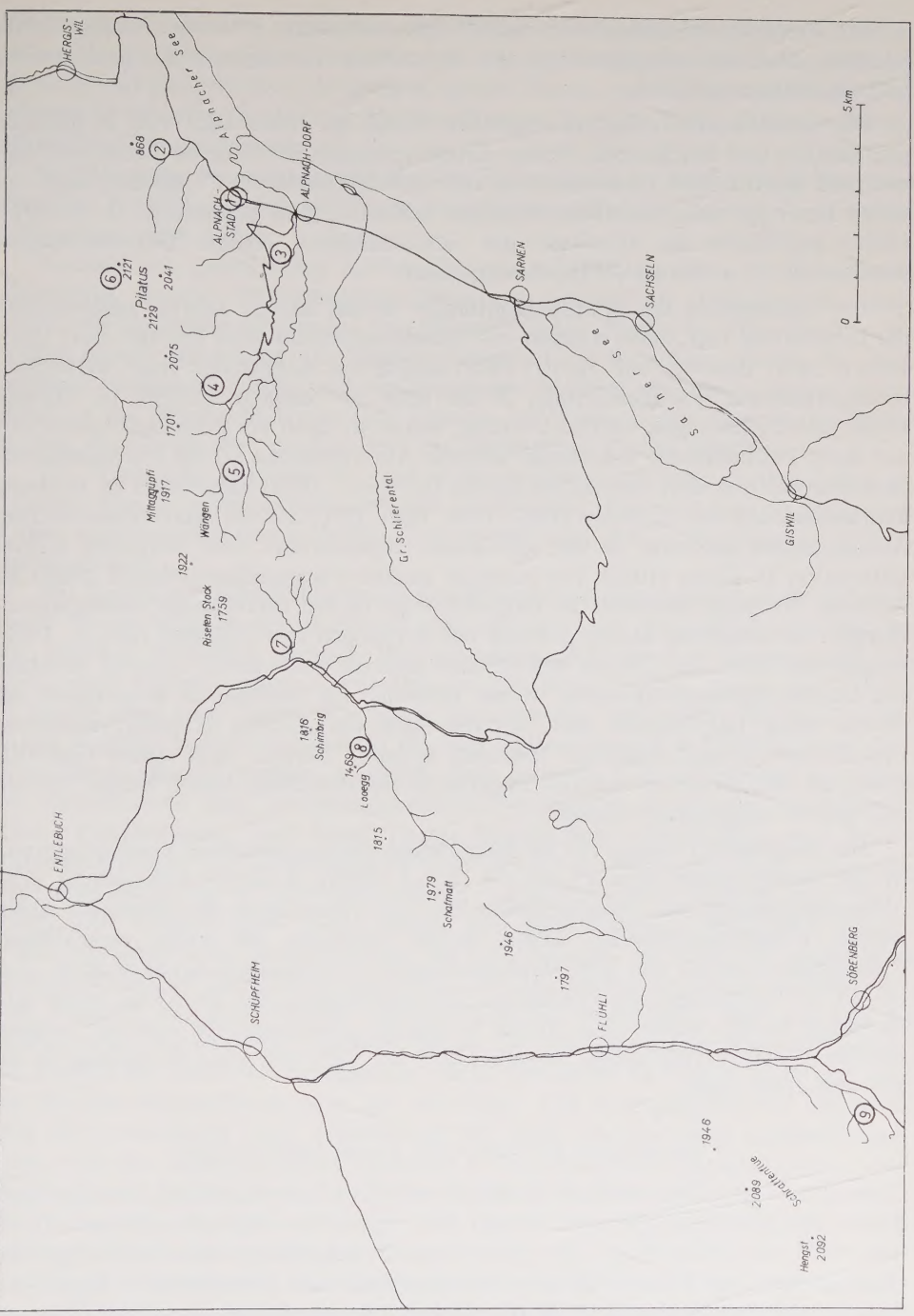


Fig. 1. Übersichtsplan des untersuchten Gebiets. 1–9: Wichtigste Profilaufnahmen. 1 = Alpnach-Stad (Typlokalität der Stadschiefer), 2 = Widibach, 3 = Meisibach, 4 = Schy – Birchboden, 5 = Quellgebiet der Chli-Schliere, 6 = Klimsenmulde, 7 = Älleggbach, 8 = Looegg, 9 = Südelbach.

Im westlich anschliessenden Gebiet hat wiederum F. J. Kaufmann (1868, Emmen- und Schlierengegenden) den Grundstein der eigentlichen geologischen Untersuchungen geliefert.

Die Schafmatt-Schirmbergkette wurde im Jahre 1921 von H. Mollet neu kartiert und beschrieben. Seiner Arbeit verdanke ich in erster Linie den Hinweis auf das für mich interessanteste und aufschlussreichste Profil, dasjenige von Ober Looegg, einer Lokalität zwischen Schimbrig und Schafmatt. R. Schider (1913) publizierte die «Geologie der Schrattenfluh». Neuere Untersuchungen wurden von P. A. Soder (1949) durchgeführt.

Der Aufschwung der Mikropaläontologie in den letzten Jahren, insbesondere die Einführung von Zonen anhand von Planktonforaminiferen (Subbotina, 1953, Bolli, 1957, Banner und Blow, 1962) zeigen die Möglichkeit einer weltweiten stratigraphischen Parallelisierung, in die aber die eozänen Schiefer im alpinen Raum nicht einbezogen werden konnten, waren sie doch bis anhin nur sporadisch auf ihren Fauneninhalt untersucht worden. Als Ausnahme sei die Foraminiferen-Monographie aus dem bayrischen Eozän (Gümbel, 1868) angeführt. In neuester Zeit befasst sich nun H. Hagn (1952, 1954, 1955, 1960) mit der Mikrofauna eozäner Ablagerungen, und zwar in den Ost-Alpen (Stockletten). Auf Schweizer Gebiet unternahm R. Herb (1962) den Versuch, eozäne Foraminiferen-Mergel genau zu datieren. Er zeigt, dass sich die Faunenabfolge in den helvetischen Globigerinen-Mergeln der Amdener Mulde generell mit derjenigen aus Trinidad (Bolli, 1957) vergleichen lässt. Im übrigen beschränken sich die moderneren Autoren meistens auf Dünnschliffbeschreibungen, welche natürlich für umfassende Kenntnisse der Fauna völlig ungenügend sind, können doch die meisten Kleinforaminiferen-Species nur anhand isolierten Materials erkannt werden. Aus einem Gesteinsschliff als *Globigerina* cf. *bulloides* angeführte Foraminiferen haben keinen Nutzen und sollten weggelassen werden.

Der wichtigste Hinweis für die Möglichkeit einer eventuellen Zonengliederung in den Stadschiefern stammt von H. Bolli (1950) in seiner Abhandlung «Zur Altersbestimmung von Tertiärschiefern aus dem Helvetikum der Schweizer Alpen mittels Kleinforaminiferen». Dieser Autor bestimmt als erster verschiedene Foraminiferen-Arten aus den Stadschiefern der Typlokalität Alpnach-Stad. Auf Grund der Vorschläge für zukünftige Untersuchungen, die Bolli in seiner Abhandlung macht, wurde diese Arbeit in Angriff genommen. Es wird sich weisen, inwiefern seine Vermutungen zutreffen und wie weit sich seine Vorschläge in die Tat umsetzen lassen.

C. PROBLEMSTELLUNG UND ARBEITSMETHODEN

In der Folge sollen zuerst die Profile beschrieben und allgemeine Aussagen über Fauna und Lithologie gemacht werden. Der eigentliche Gegenstand dieser Arbeit aber wird die Behandlung der gefundenen Foraminiferen sein, wobei wir das Hauptgewicht auf Untersuchungen der planktonischen Foraminiferen legen werden. Bei der Beschreibung der benthonischen Formen werden speziell die Gümbelschen Arten berücksichtigt, laufen wir doch im allgemeinen Gefahr, die alpinen Faunen allzu sehr nur mit den gut bekannten und glänzend beschriebenen der

karibischen Region zu vergleichen. Wohl lassen sich mangels neuerer Literatur kaum Vergleiche anstellen zwischen den hier zur Diskussion stehenden Schichtgliedern und gleichaltrigen im übrigen alpinen Raum, was uns aber nicht der Verpflichtung enthebt, für heutige Untersuchungen in erster Linie GÜMBELS Monographie zu Rate zu ziehen.

Der Versuch, die eozänen Schiefer des Helvetikums zu gliedern und diese den von BOLLI (1957) eingeführten Zonen anzugleichen, wird den Schluss dieser Arbeit bilden (pag. 1066–1068).

Anhand von geologischen Karten (KAUFMANN: Pilatus, MOLLET: Schafmatt–Schimbrig, SODER: Schrattenfluh – Sörenberg) wurden die Örtlichkeiten aufgesucht, die zusammenhängende, gut aufgeschlossene Profile im Ober-Eozän vermuten liessen. Alpweiden und kleinere Sumpfgebiete bedecken zumeist die obereozänen Hohgantschichten und die hangenden Schiefer und lassen sie nur sporadisch an die Oberfläche treten. Die Erosion des Wassers legte aber in den Bachbetten das Gestein frei, so dass dort gut verfolgbare Profile anstehen.

Um Vergleiche faunistischer und sedimentpetrographischer Natur ziehen zu können, wurden systematisch sämtliche Bachrunsen abgesucht und an geeigneten Orten zusammenhängende Profile ausgemessen und die entsprechenden Proben aufgesammelt.

Für genauere Untersuchungen an den Mikroforaminiferen mussten die teilweise recht harten Schiefer aufgeschlossen und auf eine neue Art gereinigt werden, da die üblichen Methoden (Benzin, Wasserstoffperoxyd) zur Zerkleinerung des Gesteins zwar vollauf genügen, deren Reinigungswirkung auf die Fauna aber etliche Wünsche offen liess. Poren, Aperturen, Verzierungen und andere für die Bestimmung wichtige Details konnten an den mit Sedimentmaterial beschmutzten Fossilien kaum erkannt werden. So wurde denn die erste Zeit der Studien vor allem für Experimente über Reinigungsmethoden verwendet. Es sei hier auf folgende kleine Publikationen über dieses Thema hingewiesen: «Reinigungs- und Anreicherungsversuche an Kleinforaminiferen» (ECKERT, 1960) und «The magnetic separator as a tool in Micropaleontology» (ECKERT, HAY, LORENZ und VOGT, 1961). Der Wunsch nach einem billigen und gleichermassen wirksamen Waschmittel verlangte eine Weiterführung der Experimente, die dank der materiellen Unterstützung der chemischen Industrie Ciba AG, Basel, von Erfolg gekrönt war. Um Fossilien von anhaftendem Sedimentmaterial zu befreien, tritt von nun an Beloran an die Stelle des Desogen. Es ist dies eine quaternäre Ammoniumbase, im Handel als Paste von honiggelber Farbe erhältlich. In Wasser lässt sich eine bis 20%ige Beloranlösung sehr gut herstellen. Für Reinigungszwecke empfiehlt sich die Anwendung einer Seifenlösung der oben beschriebenen Konzentration. Ohne dass die Schalenstruktur irgendwie in Mitleidenschaft gezogen würde, wird durch diesen Waschprozess sämtliches Sedimentmaterial aus den Vertiefungen der Foraminiferengehäuse entfernt, und die für die Identifizierung der Arten wichtigen Details lassen sich gut erkennen.

Bei der Bestimmung der Globigerinaceae wurde vor allem die modernere amerikanische Literatur sowie die Arbeit von N. N. SUBBOTINA (1953) berücksichtigt. Wichtige Anhaltspunkte für stratigraphische Korrelationen und Fragen mikropaläontologischer Natur gab mir das in neuester Zeit erschienene Buch von

Eames, Banner, Blow und Clark «Fundamentals of mid-Tertiary stratigraphical correlation» (1962). Des weitern folgten Vergleiche mit Publikationen H. Hagns (siehe Literaturverzeichnis), in denen der Autor das Helvetikum Oberbayerns und der südlich anschliessenden Regionen Österreichs beschreibt und vollständige Faunenlisten der uns interessierenden Schichten wiedergibt. Die Kontrolle der Synonymie und der Nomenklatur erfolgte gemäss den Beschreibungen in Originalarbeiten oder – falls nicht zugänglich – nach dem Foraminiferen-Katalog (Ellis und Messina, 1940).

2. PROFILBESCHREIBUNG

A. PILATUS-SÜD

a) Alpnach

Es ist naheliegend, dass als erste Aufnahmen diejenigen in der Gegend von Alpnach-Stad erfolgten. Am Osteingang des Dorfes unmittelbar vor dem Bahnübergang stehen die Schiefer an, aus denen Bolli (1951) die schon erwähnte Fauna (pag. 1006) aufgesammelt hat. Diese Stelle entspricht auch Kaufmanns Typlokalität für die Stadschiefer am SE-Fuss des Pilatus.

Einerseits dem zum Pilatus führenden Fussweg und andererseits dem Einschnitt der Zahnradbahn folgend, konnte ein Profil rekonstruiert werden. (Generell streichen die Schichten N45E und fallen zwischen 50 und 60° nach SE.)

Höhenquote:

8. 430 m graue plattige Mergelschiefer (praktisch quarzfrei) Typlokalität der Stadschiefer.
7. 480 dunkelgraue, sandige Mergelschiefer, glimmerführend, vor allem Grossforaminiferen enthaltend;
6. 490 graue, feinkörnige, schwach sandige Mergelschiefer, Foraminiferen gut erhalten;
5. 530 graue Mergelschiefer, leicht sandig, Foraminiferen relativ gut erhalten;
4. 550 gelblich anwitternde Schiefer, feinsandig, glimmerführend, Erhaltungszustand der Fauna schlecht;
3. 570 Stadschiefer, sandig-mergelig mit Glimmerschuppen, Foraminiferen meist schlecht erhalten;
2. 620 dunkelgraue, gelblich anwitternde Schiefer, feinsandig, Übergang Hohgantschichten-Stadschiefer?

1a. 660 vermutlich Hohgant-Sandstein, mit Gras überwachsen;
1b. 685 Hohgantschiefer;
1c. 700 graubrauner Quarz-Sandstein, leicht schiefrig, stark glaukonitisch (Hohgantschiefer), selten Discocyclinen, kleine Nummuliten in Trümmern.

Um mit den Alpnach-Stader Proben Vergleiche ziehen zu können, wurde auch im Widibach (nördlicher Wasserlauf, der bei Niederstad, Pkt. 431, in den Alpnachersee mündet, vgl. Fig. 1, Nr. 2) ein Profil eingemessen und aufgesammelt. Ungefähr dieselben Resultate lieferte die Begehung des Giessenbaches, dessen

Lauf zwischen Alpnach-Stad und Alpnach-Dorf die Kantonsstrasse erreicht. Hier sind die Aufschlussverhältnisse allerdings derart schlecht und unzusammenhängend, dass den hier entnommenen Schiefer-Proben und deren Fauna nur beschränkter Wert zukommt.

Ähnliches lässt sich über den Meisibach (Fig. 1, Nr. 3) bemerken. Es ist dies der grösste und zugleich südlichste Wasserlauf, der das SE-Gebiet des Pilatus entwässert. Er entspringt oberhalb Fräkmünt, in der Mulde zwischen Tomlishorn und Matthorn, und mündet bei Alpnach-Dorf in die Kleine Schliere. – Betrachten wir kurz die stratigraphische Folge der Schichten im entgegengesetzten Sinne des Wassergefälles, also vom Jüngsten ins Ältere fortschreitend: Von Quote 500 bis Quote 600 verläuft der Bach in einer eintönigen Schieferserie, deren Fossilinhalt kaum ändert. Dann passt sich der Bachlauf einer Störungszone an. Zerrüttete Schichtpakete und Brüche deuten auf eine starke tektonische Beanspruchung hin (wir befinden uns hier in unmittelbarer Nähe der Überschiebungsfläche des Schlierenflysches auf das Helvetikum). Auch schalten sich Sandsteinbänke von unterschiedlicher Mächtigkeit ein, die Wasserfälle verursachen und eine durchgehende Profilaufnahme verunmöglichen. Die eigentliche Übergangszone zwischen Stadschiefer und Hohgant-Serie dürfte ungefähr auf 650 m ü.M. liegen.

Fauna: In den von Kaufmann als Pectinitenschiefern bezeichneten stark sandigen Schichten lassen sich praktisch keine Foraminiferen nachweisen. Das Hangende, das zu den Stadschiefern überleitet, ist gekennzeichnet durch eine allmähliche Abnahme des Quarzgehalts. Gleichzeitig treten kleine Globigerinen auf. Auch der benthonische Faunenanteil ist bemerkenswert.

Von Wichtigkeit dürfte das Vorkommen von *Clavulinoides szaboi* (Hantken) sein (Tafel I), der weiter oben wieder vollkommen verschwindet[2]). In den jüngeren Schichten geht der Quarz-Anteil immer weiter zurück und planktonische Foraminiferen beginnen zu überwiegen. Gleichzeitig lässt sich eine allgemeine Grössenzunahme der Globigeriniden feststellen, verbunden mit der Bildung einer Bullaartigen letzten Kammer bei fast allen Individuen (Tafel II). Von Schicht 5 an tritt *Globigerapsis semi-involuta* auf. Diese Art verschwindet in Schicht 8 wieder, während hier zum ersten Mal *Globorotalia* cf. *cocoaensis* erscheint.

Die Schiefer der Typlokalität Alpnachstad (Probe 8 des Profils auf pag. 1008) lieferten folgende Fauna:

Bathysiphon eocenicus Cushman und Hanna
Haplophragmoides sp.
Triplasia loeblichi Hagn
Spiroplectammina dentata (Alth)
Spiroplectammina gümbeli Hagn
Textularia sp.
Vulvulina eocaena Montagne

[2]) Allerdings darf *Clavulinoides szaboi* nicht als Leitfossil betrachtet werden, sondern lediglich als Häufigkeitsfossil. Diese sandschalige Art findet sich nach Hagn (1960) in den Adelholzener-Schichten und in den untersten Stockletten des bayrischen Helvetikums, also im obersten Lutétien. Hagn (1956) gibt als Gesamtverbreitung von *Clavulinoides szaboi* Lutétien bis Chattien an. Möglicherweise ist das Auftreten dieser Art im helvetischen Eozän der Randkette rein faciell bedingt, kommt sie doch nur in den Übergangsschichten Hohgant-Serie - Stadschiefer vor, welche im allgemeinen einen stark sandigen Habitus aufweisen.

Vulvulina flabelliformis (Gümbel)
Dorothia fallax Hagn
Karreriella subglabra (Gümbel)
Tritaxilina pupa (Gümbel)
Massilina decorata Cushman
Robulus alato-limbatus (Gümbel)
Robulus arcuato-striatus (Hantken)
Robulus intermedius (d'Orbigny)
Robulus pseudovortex Cole
Marginulina coronata Gümbel
Dentalina nummulina Gümbel
Marginulina scarenaensis Hantken
Marginulina cf. *tumida* Reuss
Marginulinopsis fragraria (Gümbel)
Planularia truncana (Gümbel)
Pseudoglandulina conica (Neugeboren)
Pseudoglandulina ovata (Cushman)
Saracenaria hantkeni Cushman
Vaginulinopsis asperuliformis (Nuttall)
Vaginulinopsis cumulicostata (Gümbel)
Bulimina alazanensis Cushman
Bulimina ovata d'Orbigny
Bulimina pupoides d'Orbigny
Bulimina truncana Gümbel
Bolivina vaceki Schubert
Uvigerina eocaena Gümbel
Uvigerina nuttalli Cushman und Edwards
Hopkinsina acuto-costata Hagn
Pleurostomella rapa Gümbel
Gyroidinoides soldanii (d'Orbigny) var. *octocamerata* Cushman und Hanna
Osangularia pteromphalia (Gümbel)
Cassidulina globosa Hantken
Pullenia quinqueloba (Reuss)
Anomalinoides cf. *calymene* (Gümbel)
Planulina compressa (Hantken)
Planulina costata (Hantken)
Cibicides ammophilus (Gümbel)
Cibicides eocaenus (Gümbel)
Globigerina corpulenta Subbotina
Globigerina linaperta Finlay
Globigerina ouachitaensis Howe und Wallace
Globigerina praebulloides occlusa Blow und Banner
Globigerina tripartita tripartita Koch
Globigerina venezuelana Hedberg
Globigerina yeguaensis yeguaensis Weinzierl und Applin
Globigerina yeguaensis pseudovenezuelana Blow und Banner
Globigerinita cf. *dissimilis* (Cushman und Bermudez)
Globigerinita pera (Todd)
Globigerinita unicava (Bolli, Loeblich und Tappan)
Globorotalia (*Turborotalia*) *centralis* Cushman und Bermudez
Globigerapsis tropicalis Blow und Banner
Globigerapsis semi-involuta (Keijzer)
Globigerinatheka barri Brönnimann

Auf Grund der bisher gemachten Feststellungen ergibt sich die Möglichkeit folgender Unterteilung in 3 Zonen:

a) Zone der jüngsten obereozänen Schiefer (bei Stad nicht vorhanden);
b) *Globigerapsis semi-involuta*-Zone;
c) Zone mit *Clavulinoides szaboi* als Häufigkeitsfossil.

Wir werden später sehen, ob sich diese Zonen-Gliederung in den übrigen Gegenden ebenfalls durchführen lässt. Jedenfalls kann man an der S-Abdachung des Pilatus (Hang oberhalb des Alpnacher-Sees) diese Zonen von Bach zu Bach verfolgen. Die Tatsache, dass die Schichten vom Meisibach im S bis zum Widibach im N mit kleinen Ausnahmen gleichförmig nach S einfallen und auch gleichartiges Streichen aufweisen, lässt eine Parallelisierung um so eher zu.

b) Schy

Zwischen Widderfeld und Müsflue, von A. Buxtorf (1924) als Tomlishorngewölbe II einerseits und Matthorngewölbe V andererseits bezeichnet, liegt eine Mulde mit den Alpen Schy (Pkt. 1336) und Birchboden (Pkt. 1616). Beide Gewölbe-Scheitel werden von Schrattenkalk gebildet, während die Mulde von Tertiär erfüllt ist. Im Muldenkern treten die Stadschiefer als jüngste Sedimente zutage. Ruht an der S-Abdachung des Widderfelds Complanata-Kalk auf der Kreide, so liegt im S der Mulde (am N-Hang der Müsflue) Hohgant-Schiefer auf dem Schratten-Kalk. Dieses Gewölbe ist stark zerrissen und auf der Hohgant-Serie nach N überschoben worden, so dass sich die Schichten heute in verkehrter Serie auflagern (vgl. Fig. 2).

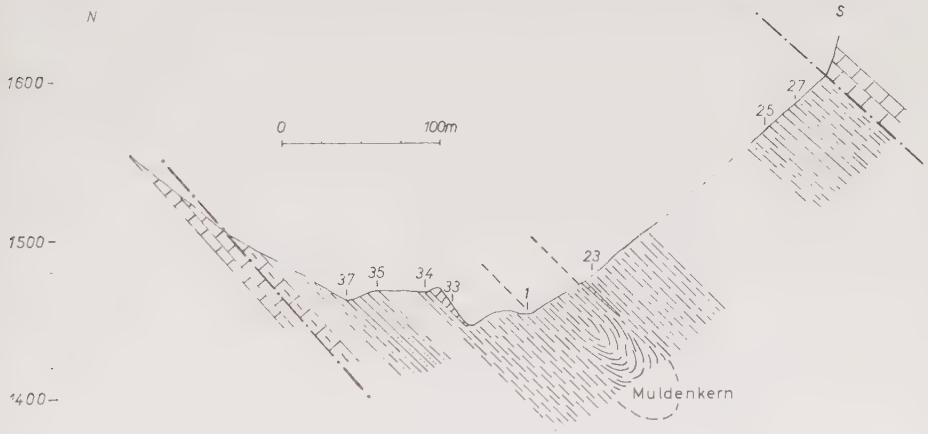


Fig. 2. Tertiär-Mulde bei Schy – Birchboden.

Leider sind sowohl N- als auch S-Seite der Mulde mit Vegetation bewachsen, die ausgerechnet die vermutliche Übergangszone zwischen Hohgant-Serie und Stadschiefer bedeckt. Trotzdem gelang es, anhand der aufgemessenen Daten, ein einigermassen zusammenhängendes Profil zu rekonstruieren. Willkürlich wurde die Profilaufnahme im vermutlichen Muldenkern begonnen und sukzessive gegen S im Aufstieg zur Müsflue fortgesetzt. Anschliessend folgte die Einmessung der Probeentnahmen vom Muldenkern aus gegen N am S-Hang des Widderfelds. Die

ganze Eozän-Serie ist ungefähr 350 m mächtig. In den Schichten 1–20 stösst man recht oft auf tektonisch zusammengepresste Schiefer. Es kann demnach nicht verwundern, dass die Fauna einen schlechten Erhaltungszustand aufweist. Nur mit Mühe konnten aus diesen Schichten einige seltene Exemplare der Species *Globigerapsis semi-involuta* (Keijzer) identifiziert werden. Das Vorkommen dieser Art genügt jedoch, um nachzuweisen, dass als jüngste Schichten Stadschiefer der Globigerapsis semi-involuta-Zone zur Ablagerung gelangten. Damit rechtfertigt sich auch die Vermutung, als Muldenkern die Schichten 1–20 zu betrachten (Fig. 2 und 4).

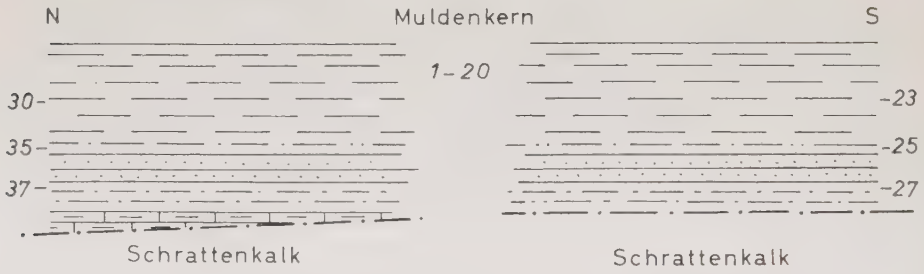


Fig. 3. Schema einer Schichtenparallelisierung im Tertiär bei Schy.

Ohne auf unbedingte Richtigkeit Anspruch zu erheben, wage ich folgende Schichtenparallelisierung, wie sie schematisch in der Skizze (Fig. 3) dargestellt wird.

Dem Streichen der im obigen Profil dargestellten Schichten gegen ENE, also dem Streichen der Tertiärmulde Schy–Birchboden folgend, erreicht man nach kurzem Abstieg Fräkmünt (Pkt. 1499). Von dort führt ein Alpweg nach Laubalp (Pkt. 1688) und weiter zum Sattel zwischen Esel und Matthorn. (Der Volksmund nennt diese Lokalität bezeichnenderweise «Bi den Chilchsteinen», sind doch die Schuttmassen aus grossen Schrattenkalkblöcken durchaus vergleichbar mit Kirchen oder Kapellen.) Zwischen Fräkmünt und Chilchsteinen lassen sich wohl ab und zu kleinere Aufschlüsse im Tertiär erkennen, Vegetation oder Gehängeschutt verhindern jedoch grösstenteils exakte Untersuchungen. Bei «Bi den Chilchsteinen» selbst, vor allem aber kurz nach dem Sattel im Abstieg gegen Matt (Pkt. 1601), führt der Weg durch prachtvolle Schieferaufschlüsse, die wiederum den Muldenkern darstellen. Die isolierte Fauna lieferte gut erhaltene *Globigerapsis semi-involuta* nebst vielen grossen Globigerinen.

c) Quellgebiet der Chli-Schliere

Weiter im W des Pilatusgebietes zeigt die S-Abdachung der Linie Mittaggüpfi (Pkt. 1916,6)-Nätsch Rot-Dossen (Pkt. 1762) ein ziemlich gleichförmiges Einfallen des Hohgantsandsteins. Dann folgt das Weidegebiet der Alpen Balismatt (Pkt. 1438) und Märenschlag (Pkt. 1313), dessen südlich anschliessende Wälder von den Quellflüssen der Chli-Schliere entwässert werden. Diese haben die relativ weichen Stadschiefer weitgehend abgetragen und die liegenden Hohgantschichten

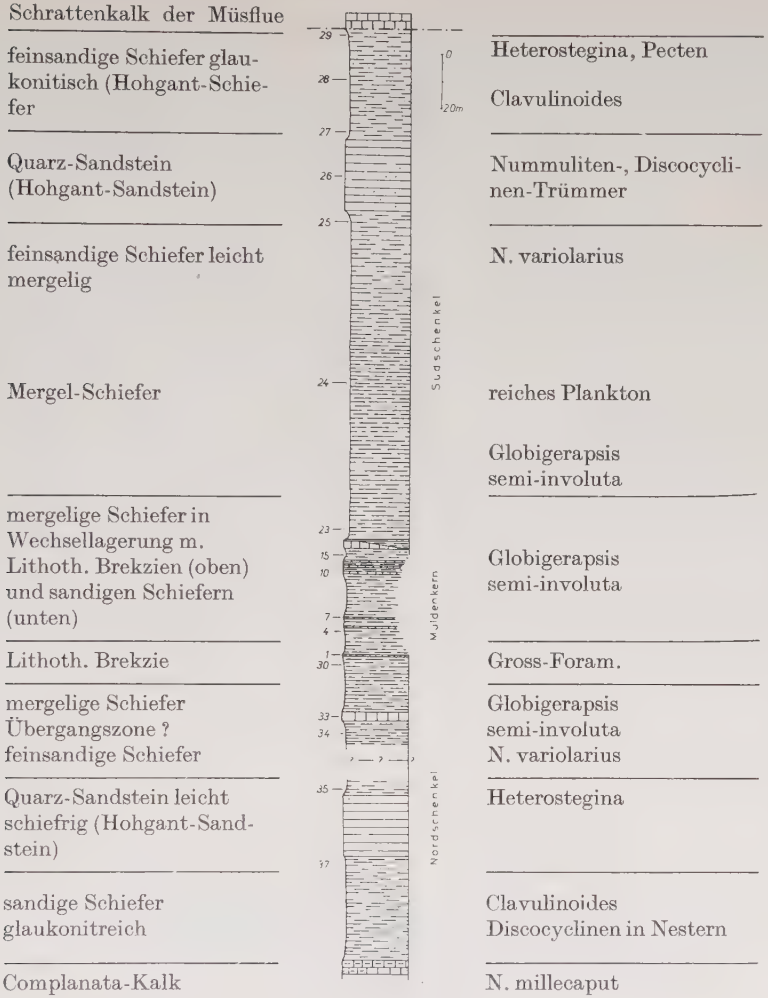


Fig. 4. Profil Schy

blossgelegt. Es lassen sich hier 4 kleine Falten erkennen; der Hohgantsandstein bildet die Gewölbe, während die Stadschiefer die wenig tiefen Mulden füllen. Im Gebiet der Längenschwand legt sich dann die mächtige Schlierenflyschmasse über das Helvetikum. Es erfolgt hier also eine Wiederholung von gleichaltrigen Gesteinen. Wir können annehmen, dass die Schichten ursprünglich gleichförmig nach S einfielen und dann, als Stauchungsfalten emporgehoben, der Erosion anheimfielen. Das Studium der Fauna ergab denn auch die Zugehörigkeit der Stadschiefer zu den Zonen a) und b) (pag. 1011).

Zusammenfassend kann folgendes ausgesagt werden: Die nördlichen Teile des Quellgebiets der Chli-Schliere setzen sich nach E in einer Eozän-Mulde fort, die über Schy Fräkmünt–Laub gegen den Pilatusgipfel zieht (pag. 1009). In der Gegend der Chilchsteine zerfällt die Mulde in drei Äste:

a) Mulde zwischen Oberhaupt und Esel;
b) Mulde zwischen Esel und Steiglihorn;
c) Tellenfad.

Die südlichen Teile des Quellgebiets der Chli-Schliere finden ihre Fortsetzung im S-Schenkel des Matthorn-Gewölbes, d. h. in der Eozän-Serie der Alpnacher Gegend (pag. 1009).

B. PILATUS-NORD

Die N-Flanke des Pilatus ist im grossen ganzen wesentlich einfacher gegliedert. Vom einfachen Aufbau im W am Mittaggüpfi folgt der wenig kompliziertere in der Gegend Bründlen (Pkt. 1434), um am Klimsenhorn (Pkt. 1907)–Oberhaupt (Pkt. 2106) eine eigentliche Doppelung zu erfahren. Finden wir am Mittaggüpfi eine normale Kreide-Tertiär-Serie mit Hohgantsandstein als jüngstem Schichtglied, so beginnt sich im Gebiet der Bründlenalp die Bildung einer Tertiär-Mulde abzuzeichnen, deren Kern von obereozänen Schiefern gebildet wird. Am Klimsenhorn folgt dann das von J. Schumacher (1948) beschriebene Standard-Profil. Schumacher nennt als jüngste Schichten die Stadschiefer, die den Kern der Kliemsenhornmulde bilden. Die S daran anschliessenden Schichtglieder werden nicht geschildert. Nach Buxtorf (1924) ist die Tomlishornfalte weit auf die Muldenfüllung hinaus geschoben worden, wobei der S-Schenkel der Mulde teilweise zerdrückt oder ausgequetscht wurde. Die Verhältnisse lassen sich folgendermassen darstellen:

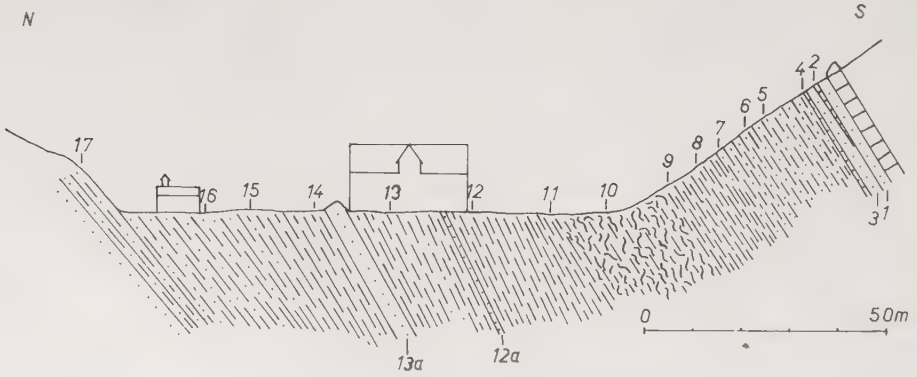


Fig. 5. Tertiär-Profil Klimsenmulde

Unterer Schrattenkalk

1. Inhomogener Quarz-Sandstein mit vereinzelten grossen Discocyclinen;
2. Complanata-Kalk;
3. Discocyclinen-Sandstein mit Nummuliten und *Actinocyclina*;
4. feinkörniger Sandstein, Discocyclinen in Trümmern;
5. feinsandige, glaukonitreiche Schiefer mit Pecten-Resten = Hohgantschiefer;
6. gelblichbraun anwitternde, sandige Schiefer (ca. 90% Quarz), schwach glimmerführend, steril;
7. graue, feinsandige Schiefer mit einzelnen Glaukonit-Körnern, *Clavulinoides szaboi* (Hantken);

8. graue, sandige Schiefer, leicht mergelig mit reichem, schlecht erhaltenem Plankton;
9.–12. tektonisch gestörte Mergel-Schiefer, stark verschuppt, Erhaltungszustand der Fauna sehr schlecht;
12a. Quarz-Sandstein, steril, ähnlich Hohgant-Sandstein;
13. grauer, schiefriger Kalk-Sandstein;
13a. wie 12a;
14. und 15. sandige Mergel-Schiefer mit reicher Mikrofauna;
16. wie 14 und 15, aber sandiger;
17. grünlich anwitternde, graue Schiefer, stark sandig, mit *Heterostegina helvetica* Kaufmann und *Clavulinoides*-Bruchstücken;
18. Hohgant-Sandstein vom Klimsenhorn-Gipfel mit *Alveolina* sp.

In Schicht 7 darf man wohl den Übergang Hohgant-Serie–Stadschiefer annehmen. Die Fauna der hangenden Schiefer ist allerdings so schlecht erhalten, dass ich von einer Bestimmung der Fossilien absehen musste. Erst Schicht 13, aus der *Globigerapsis semi-involuta* vorliegt, lieferte Anhaltspunkte für eine Altersangabe. Von der Kapelle an werden die Schiefer wieder stärker sandig, um allmählich in die Hohgant-Serie überzugehen.

Während die nördlichen Teile der Muldenfüllung wahrscheinlich in normaler Mächtigkeit erhalten blieben, wurde bei der Faltung der S-Schenkel der Mulde erheblich reduziert, wobei auch der Kern erfasst wurde (Schichten 9–12).

Damit wären in grossen Zügen die jüngsten Schichten des helvetischen Eozäns im Gebiete des Pilatus geschildert. Wir wollen nun die Verhältnisse in der Randkette weiter gegen Westen verfolgen.

C. SCHAFMATT–SCHIMBRIG

H. Mollet beschreibt in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz (1921) die östliche Hälfte des Blattes Schüpfheim, 1169, der Landeskarte der Schweiz. Dank seiner Karte und der guten Profil-Serie war es nicht notwendig, das ganze Gebiet und insbesondere alle Bachläufe zu begehen. Der Arbeit Mollet konnte ich direkt entnehmen, welche Gegenden der Randkette für meine Untersuchungen von Interesse waren. Dem Betrachter von Mollets Profilen wird das Auftreten von zwei neuen obereozänen Facies-Typen auffallen. Es sind dies die stellenweise auftretenden Konglomerate und die Schimberg-Schiefer, deren Typlokalität in der Nähe der Alp Ober-Looegg gelegen ist. Der Aufschluss befindet sich 200 m NE der Alphütte. Als Ergänzung zu diesem Aufschluss wurde das gesamte Eozän-Profil von NNE nach SSW aufgenommen. Neben der Typlokalität der Schirmbergschiefer, deren Aufnahme die besten Daten lieferte, wurden noch zwei weitere Ausbisse, in denen Geröllbänke auftreten, speziell unter die Lupe genommen (Fig. 8).

Der von Ober-Looegg N-wärts führende Weg gegen das ehemalige Bad Schimberg schneidet beim Waldeingang auf Quote 1470 den Unt. Quarz-Sandstein als Hangendes des Schrattenkalks an. Von hier in E-Richtung gelangen wir sukzessive über die normalen Schichtglieder des Lutétien ins Ober-Eozän.

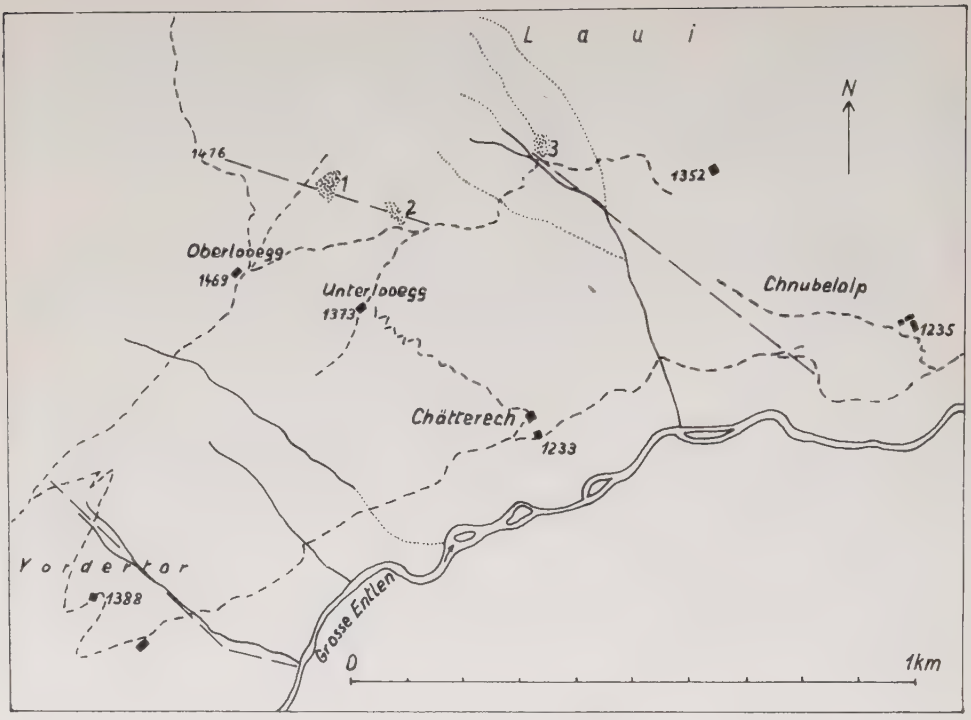


Fig. 6. Übersichtsplan des Raumes Looegg. 1, 2, 3, Aufschlüsse; ---- aufgenommene Profile

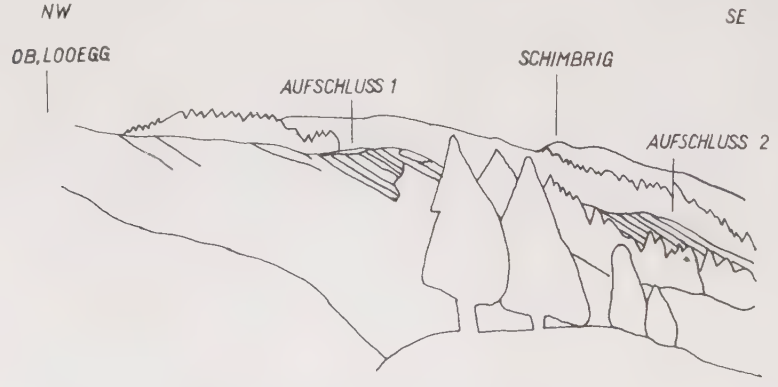


Fig. 7. Aufschlüsse 1 und 2, Ansicht von SW

Beginnen wir unsere Betrachtungen mit den Schimbergschiefern der Typlokalität (in den Fig. 6 und 7 als Aufschluss Nr. 1 bezeichnet):

14. hellgraue, feinsandige Mergel-Schiefer, glimmerführend (vergleiche hierzu Faunenliste pag. 1017) mit geröllartigen Einschlüssen von

14a. Discocyclinen-Kalkstein
Asterocyclinen, *Actinocyclinen*, Nummuliten–Trümmern, *Heterostegina helvetica*, *Operculina*, *Eorupertia* und benthonischen Kleinforaminiferen;

15. dunkelgrauer, sehr feinkörniger Quarz-Sandstein, leicht schiefrig, glimmerführend, grau-braun anwitternd. Schalenreste von Mollusken, Kleinforaminiferen meist zerdrückt;
16. Kalk-Sandstein, mit groben, eckigen und gerundeten Quarz-Körnern, vor allem Milioliden und Nummuliten, eingebackene Reste von Schrattenkalk;
17. Blockkonglomerat mit Schrattenkalk-Komponenten;
18. wie 14;
19. heller, kalkhaltiger Quarz-Sandstein
Discocyclinen, Nummuliten, Gypsinen
Schrattenkalk-Einlagerungen
20. bräunlich-graue, feinsandige Schiefer (ca. 60% Quarz) glimmerführend; vor allem benthonische Kleinforaminiferen, meist zur Unkenntlichkeit deformiert
21. lockeres Konglomerat mit Komponenten aus Schrattenkalk, Lutétien, Schimbergschiefer
22. Sandsteinlinse, feinkörnig, schiefrig
zertrümmerte Foraminiferen: Asterocyclinen, Discocyclinen, *Eorupertia*, Globigerinen, Milioliden
23. Konglomerate mit Schiefer-Zwischenlagen
Konglomerat: oolitischer Kreide-Kalk mit Milioliden
Discocyclinen-Sandstein
Schiefer: stark sandig; wenige, deformierte Fossilien, *Clavulinoides szaboi*

24a. stark sandige Schiefer mit *Heterostegina helvetica* nebst Discocyclinen, kleinen Nummuliten und Asterocyclinen

24b. gelegentlich papierdünne, sandige Mergel-Schiefer
Verhältnis Benthos: Plankton = 1:1.

Damit endet das Profil an der Typlokalität der Schimbergschiefer, aus denen folgende Foraminiferen bestimmt wurden (die mit * bezeichneten Arten treten ebenfalls in den weiter oben anstehenden Stadschiefern auf):

* *Bathysiphon eocenicus* Cushman und Hanna
* *Triplasia loeblichi* Hagn
Spiroplectammina gümbeli Hagn
Textularia sp.
* *Vulvulina eocaena* Montagne
* *Vulvulina flabelliformis* (Gümbel)
* *Vulvulina haeringensis* (Gümbel)
Gaudryina sp.
Clavulinoides haeringensis Cushman
Clavulinoides szaboi (Hantken)
* *Karreriella subglabra* (Gümbel)
* *Tritaxilina pupa* (Gümbel)
Quinqueloculina sp., *Triloculina* sp.
* *Robulus pseudovortex* Cole
* *Robulus gutticostatus* (Gümbel)
* *Robulus limbosus* (Reuss)
Marginulina glabra d'Orbigny var. *obesa* Cushman

* *Marginulinopsis fragraria* (Gümbel)
* *Dentalina nummulina* Gümbel
Dentalina mucronata Neugeboren
* *Nodosaria latejugata* Gümbel
* *Nodosaria longiscata* d'Orbigny
Nodosaria spinicostata d'Orbigny
* *Pseudoglandulina conica* (Neugeboren)
Pseudoglandulina ovata (Cushman)
* *Saracenaria hantkeni* Cushman
* *Vaginulinopsis cumulicostata* (Gümbel)
* *Lagena striata* (d'Orbigny)
Lagena sulcata (Walker und Jacob)
Plectofrondicularia trinitatensis Cushman und Jarvis
Plectofrondicularia cf. *cookei* Cushman
* *Bulimina truncana* Gümbel
Oolina hexagona (Williamson)
Fissurina bradyi Silvestri
Fissurina gortanii (Selli)
* *Virgulina* sp.
* *Bolivina vaceki* Schubert
* *Bolivina semistriata* Hantken
Reussella eocena (Cushman)
* *Uvigerina eocaena* Gümbel
Uvigerina chirana Cushman und Stone
Stilostomella tumidiuscula (Gümbel)
* *Valvulineria wittpuyiti* van Bellen
* *Gyroidinoides soldanii* (d'Orbigny) var. *octocamerata* Cushman und Hanna
Eponides sp.
* *Eponides umbonatus* (Reuss)
* *Osangularia pteromphalia* (Gümbel)
* *Asterigerina* sp.
* *Cassidulina globosa* Hantken
Pullenia duplicata Stainforth
* *Anomalinoides* cf. *calymene* (Gümbel)
Anomalinoides granosus (Hantken)
Planulina compressa (Hantken)
* *Planulina costata* (Hantken)
* *Cibicides ammophilus* (Gümbel)
Cibicides dalmatinus van Bellen
* *Cibicides eocaenus* (Gümbel)
Eoannularia eocaenica Cole und Bermudez
* *Globigerina corpulenta* Subbotina
* *Globigerina linaperta* Finlay
* *Globigerina praebulloides occlusa* Blow und Banner
Globigerina pseudoeocaena compacta Subbotina
* *Globigerina tripartita tripartita* Koch
* *Globigerina venezuelana* Hedberg
* *Globigerina yeguaensis yeguaensis* Weinzierl und Applin
* *Globigerina yeguaensis pseudovenezuelana* Blow und Banner
* *Globigerinita pera* (Todd)
* *Globigerinita unicava* (Bolli, Loeblich und Tappan)
* *Globorotalia* (*Turborotalia*) *centralis* Cushman und Bermudez
* *Globigerapsis tropicalis* Blow und Banner

Hinzu kommen noch verschiedene Discocyclinen, sowie *Asterocyclina stellata* und *Heterostegina helvetica*.

In der Bachrunse absteigend, gelangt man zum Aufschluss Nr. 2 (Fig. 6 und 7), wo von unten nach oben folgende Schichten anstehen:

25. Konglomeratbank mit Komponenten aus Schrattenkalk und Hohgant-Serie
26. graue, sehr feinsandige Schiefer, Fossilien selten
27. hellgraue, dünnplattige Mergel-Schiefer mit reichem Benthos und Plankton (erstes Auftreten von *Globigerapsis semi-involuta*)
28. feinsandige Schiefer mit reichlich Glimmer
    Foraminiferen meist deformiert
29. wie 28,, aber grobsandiger
30. brekziöser Kalk: Lithothamnien und Bryozoen, Nummuliten, Discocyclinen, Gypsinen, Operculinen.
    Daneben Einschlüsse von Schrattenkalk und Schimbergschiefern
31. Konglomerat mit Geröllen aus Valanginien- und Schratten-Kalk, dazwischen feinsandige Schiefer
32. hellgraue Mergel-Schiefer mit vielen *Globigerapsis semi-involuta*
33. Konglomerate aus Orbitolina-Schichten
34. wie 32.

Fig. 8. Looegg, Aufschluss Nr. 3

Der nach Laui (Pkt. 1352) abfallende Weg kreuzt bei Quote 1360 eine Bachrunse. 10 m oberhalb befindet sich im Bachbett der Aufschluss Nr. 3 (Fig. 6 und 8). Auch hier stehen wieder die charakteristischen Konglomeratbänke an, die mit Schiefern wechsellagern. Die Gerölle können einen Durchmesser von 50 cm erreichen und sind teils schwach gerundet, teils eckig.

Folgende Schichten lieferten das Material für die Konglomerate: Barrémien, Schrattenkalk-Orbitolina-Bänke, aufgearbeitete Lutétien-Nummuliten (*N. millecaput*), Hohgantsandstein, Schimbergschiefer. Die zwischengeschalteten Schiefer von 10–40 cm Mächtigkeit weisen neben pelagischen Formen auch obereozäne Grossforaminiferen auf: *Heterostegina helvetica* und *Halkyardia minima*, daneben Discocyclinen, Asterocyclinen, Actinocyclinen und kleine Nummuliten.

Von Aufschluss Nr. 3 gegen SE weiterschreitend – wie auf dem Übersichtsplan (Fig. 6) dargestellt –, queren wir die jüngsten Schichten der obereozänen Schiefer-Serie, die anhand der aufgesammelten Proben folgende Mikro-Fauna lieferte (hierzu gehören auch die mit * bezeichneten Arten pag. 1017–1018):

Haplophragmoides sp.
Ammobaculites cubensis Cushman und Bermudez
Spiroplectammina dentata (Alth)
Vulvulina jarvisi Cushman
Clavulinoides alpina Cushman
Robulus arcuato-striatus (Hantken)
Marginulina coronata Gümbel
Vaginulinopsis asperuliformis (Nuttall)
Lagena laevis (Montagu)
Lagena ? globosa (Montagu)
Bulimina alazanensis Cushman
Bulimina pupoides d'Orbigny
Stilostomella resupinata (Gümbel)
Stilostomella kressenbergensis (Gümbel)
Pleurostomella acuta Hantken
Pleurostomella eocaena Gümbel
Pleurostomella incrassata Hantken
Nodosarella tuberosa (Gümbel)
Gyroidinoides girardanus (Reuss)
Halkyardia minima Liebus
Pullenia quinqueloba (Reuss)
Globigerina cf. *ampliapertura* Bolli
Globigerinita cf. *dissimilis* (Cushman und Bermudez)
Globorotalia (*Turborotalia*) *cocoaensis* Cushman
Globigerapsis semi-involuta (Keijzer)
Globigerinatheka barri Brönnimann
Hantkenina alabamensis Cushman

Vergleichen wir die Fauna der Schimbergschiefer mit derjenigen der Stadschiefer, so fällt auf, dass keine Spezies der Globigerinidae während der Ablagerungszeit ausstirbt. Wohl wird *Globorotalia centralis* nach oben immer seltener und von einer Art verdrängt, die am Anfang der Evolutionsreihe zu *Globorotalia cocoaensis* stehen dürfte, für eine Zonen-Definition reicht dieser Tatbestand jedoch nicht aus. Das Auftreten von *Globorotalia* cf. *cocoaensis* in den jüngsten Schichten, in denen sich zugleich die Häufigkeit von *Globigerapsis semi-involuta* verringert, weist höchstens darauf hin, dass das Ende der Stadschiefer-Sedimentation im Raum Looegg mit der oberen Begrenzung der *Globigerapsis semi-involuta*-Zone zusammenfallen könnte.

Leider war es nicht möglich, in den Schimbergschiefern eine Foraminiferen-Art zu finden, die als Zonen-«Marker» hätte dienen können. Ein einzelnes schlecht erhaltenes Individuum aus Schicht 11 darf vielleicht unter *Globorotalia renzi* Bolli

eingeordnet werden. Als Zonen-Fossil kann aber dieses einzelne, nur fraglich richtig identifizierte Exemplar nicht beigezogen werden. Vorläufig müssen wir uns damit begnügen, die Schimbergschiefer einer Zone a) ohne *Globigerapsis semi-involuta* unterzuordnen. Die Zone b) mit *Globigerapsis semi-involuta* umfasst dann die eigentlichen Stadschiefer. Der Versuch, eine weitere horizontale Verbreitung der Schimbergschiefer und Konglomerat-Bänke festzustellen, blieb erfolglos. In der Gegend Vorder Grund (Pkt. 1154) stehen zwar die für die Looegg so charakteristischen Schichten in kleinen Ausbissen an, gegen SW aber lässt sich nur eine normale Stadschiefer-Sedimentation erkennen. Dies soll durch eine nächste Profilbeschreibung zum Ausdruck gebracht werden.

Der Bach NE Vorder Thor (Pkt. 1323) hat durch Erosion ein Eozän-Profil freigelegt (Fig. 9).

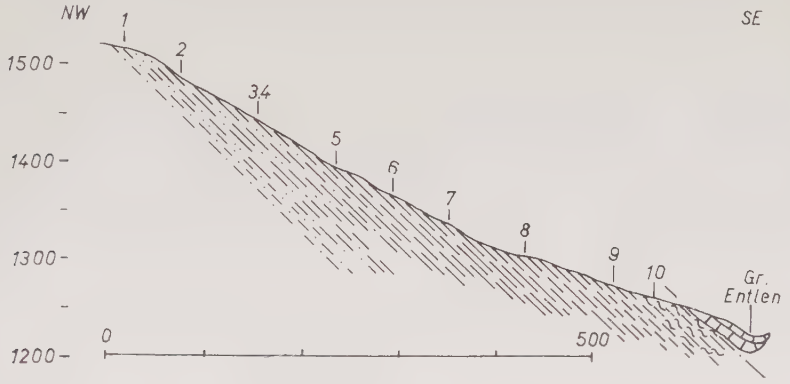


Fig. 9. Profil Vorder Thor, Nummern geben Probeentnahmen wieder.

Die ganze Serie ist ungefähr 200 m mächtig und fällt gleichförmig nach S ein.

1. bräunlich-graue, sandige Schiefer, sehr wenig Glaukonit, steril (Hohgant-Serie)
2.–3. graue Schiefer, stark sandig (weniger als 1.) ohne nennenswerte Fauna (Übergangs-Schichten)
4. leicht mergelige Sandstein-Schiefer mit *Globigerapsis semi-involuta*
5.–9. schwach sandige Mergel-Schiefer mit reicher Fauna, *Globigerapsis semi-involuta*
10. wirr gelagerte Schiefer, Fauna deformiert

Kurz vor dem Zusammenfluss des Thorbaches mit der Entlen tritt an der Grenze gegen die überschobenen höheren Flyschmassen das auf dem Profil noch eingezeichnete Wang-Riff auf, das wir als Schürfling betrachten dürfen.

Gesamthaft betrachtet, herrschten also hier die gleichen Ablagerungsbedingungen wie in den weiter E gelegenen Profilen des eigentlichen Pilatus-Gebietes. Keine Anzeichen deuten darauf hin, dass tektonische Vorgänge in nächster Nähe bedeutsame fazielle Änderungen bedingten (pag. 1027).

Im E-Teil von Mollets Untersuchungsgebiet (Alp Tossen (Pkt. 1480)–Rieseten-stock (Pkt. 1759)) werden die Lagerungsverhältnisse durch Brüche stark kompli-

ziert. Wohl bietet die kleine Schlucht des Älleggbaches dem Beschauer ein Eozänprofil, das denn auch der Vollständigkeit halber aufgenommen wurde. Das Ober-Eozän zeigt aber eine nur gering mächtige Ausbildung, so dass die Resultate dieser Aufnahmen keiner speziellen Erwähnung bedürfen. SE der Tossen-Alp hat der Älleggbach ebenfalls das Tertiär blossgelegt. Die Runse verläuft genau im Streichen der Schichten. Die Untersuchungen liessen sich hier auf das Sammeln von Vergleichsproben beschränken; auf eine eigentliche Profilaufnahme wurde verzichtet.

An der S-Flanke des Schafmatt-Kammes finden wir die uns interessierenden Schichten nirgends aufgeschlossen. Auf den Hohgantsandstein – hier in bemerkenswerter Mächtigkeit ausgebildet – folgen wohl ab und zu kleine Schiefer-Ausbisse, der grösste Teil des jüngsten Helvetikums wird aber von Gehängeschutt und Vegetation einerseits oder von aufgeschobenen Flyschmassen andererseits überdeckt.

D. SÜDELBACH

P. A. Soder (1949) hat in seiner Dissertation «Geologische Untersuchungen der Schrattenfluh und des südlich anschliessenden Teils der Habkern-Mulde» ein spezielles Kapitel über die Grenzziehung zwischen jüngstem Tertiär der Niederhorn-Teildecke und Habkern-Mulde verfasst. Seine Ausführungen behandeln im besondern die mächtige Schiefer-Serie im Gebiet des Südelgrabens. Diesem von Soder als Südelbach-Serie bezeichneten Schichtkomplex sollen nun unsere Betrachtungen gelten.

Unsere Profilaufnahme diente lediglich dem Zweck, die Schichtfolge auf ihren Fauneninhalt und ihre Lithologie zu prüfen. So wurde absichtlich von Mächtigkeitsangaben abgesehen, da die einzelnen Gesteinstypen ohnehin unmerklich ineinander übergehen. (Die Numerierung in der Profilbeschreibung entspricht den Zahlenangaben in Fig. 10.)

1. sandige Schiefer, fein- bis mittelkörnig, gröbere Komponenten selten, Discocyclinen-Trümmer
2., 3. dunkelgrauer, leicht schiefriger Quarzsandstein, steril
4. schiefriger Sandstein, biotitführend, Milioliden, Globigerinen und kleine Nummuliten
5. sandige Schiefer, schwach mergelig, mit Glimmer-Schüppchen und vereinzelt kohligen Einschlüssen, Kleinforaminiferen meist deformiert
6. graue Mergel-Schiefer, feinplattig, stellenweise mit Rutschharnischen, wenige, zerdrückte Foraminiferen
7. siltige Schiefer, muscheliger Bruch, steril
8. feinsandige, plattige Schiefer, feingeschichtet, steril
9. siltiger, schiefriger Kalk, glimmerführend, steril
10. tonige Mergel-Schiefer
11. hellgraue Mergel-Schiefer, reich an planktonischen Foraminiferen
12. wie 11., tektonisch beansprucht, steril
13. tonig siltige Schiefer, zermalmt
14. kalkige Sandstein-Brekzie, Lithothamnien, *Asterigerina*, Nummuliten- und Discocyclinen-Trümmer, *Halkyardia minima*, *Halkyardia* sp., *Eorupertia* sp.

15. dunkelgraue, feingeschichtete Ton-Schiefer
mit vereinzelten agglutinierenden Foraminiferen
16. wie 15., ohne Fossilien
17. weisslich-graue, mergelige Schiefer, stark verwittert, steril
18. dichte, bräunlich anwitternde Ton-Schiefer, steril
19. gelblich-graue Mergel-Schiefer, reich an kleinen planktonischen Foraminiferen

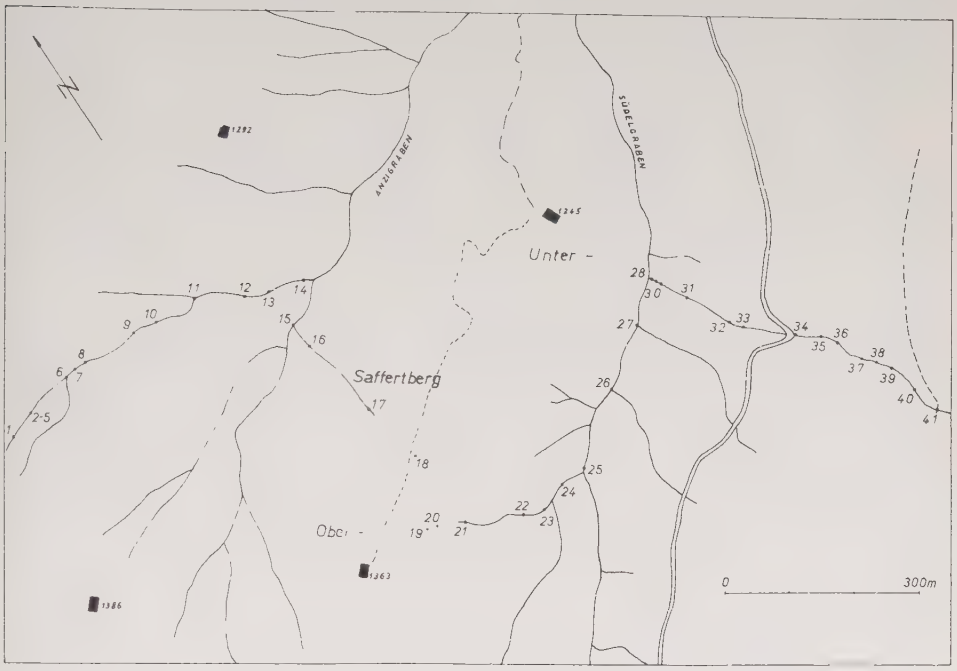


Fig. 10. Übersichtsplan des Gebietes Änzigraben – Südelgraben. 1–41 = Proben-Entnahme.

20. wie 19., aber weniger Foraminiferen
21. dunkelgrauer, leicht schiefriger Siltstein, Fossil-leer
22., 23., 24. graue, siltig-tonige Schiefer, feingeschichtet, steril
25. dunkelgraue, feinsandige Mergel-Schiefer
26., 27. wie 22
28. dunkelgraue, feinkörnige Ton-Schiefer, glimmerführend, steril
29. Lithothamnien-Brekzie
Operculina, *Gypsina*, *Asterocyclina*, *Discocyclina*, Nummuliten, *Heterostegina helvetica*, Milioliden, *Eorupertia*, *Schlosserina*
30., 31., 32. grünlich-graue, tonig-siltige Schiefer, steril
33. dunkelgrauer, rostrot anwitternder, schiefriger Sandstein mit grossen Calcit-Kristallen und reichlich Glimmer, steril
34., 35. hellgraue Mergel-Schiefer, leicht sandig
reich an Plankton (*Globigerapsis semi-involuta*,
Globorotalia cf. *cocoaensis*)

36. 37. Lithothamnien-Brekzie,
Fauna wie 29.
38–41. wie 34., 35.

Werfen wir einen kurzen Blick auf den Fossilinhalt der aufgesammelten Proben.

Schicht 5 führt *Globigerapsis semi-involuta* und ausserdem praktisch alle Foraminiferenarten, die wir bereits aus den Stadschiefern kennen.

Als nächste nennenswerte Probe ist Schicht 11 reich an winzigen Globigeriniden, denen sich ab und zu grosse *Globorotalia centralis* zugesellen. Leitfossilien konnten nicht erkannt werden.

Ähnliches lässt sich auch über Schicht 18 aussagen. Neben einzelnen agglutinierenden Formen wie *Tritaxilina pupa*, *Bathysiphon eocenicus*, *Gaudryina* sp. überwiegen sehr kleine Globigerinen. Als Rarität treten hier auch einzelne Individuen auf, die ich mit Vorbehalt *Acarinina rugosoaculeata* Subbotina zuordnen möchte. Einen stratigraphischen Leitwert besitzt diese Art allerdings nicht, soll doch ihre vertikale Verbreitung im Kaukasus vom Ober-Eozän bis ins Oligozän reichen.

Die restlichen Proben des SE-Hanges des Saffertberges erwiesen sich als steril.

Erstaunlich ist dann die Ausbildung der Schichten 34–41. Mit Ausnahme der Lithothamnien-Brekzien (Schichten 36, 37) folgen sich hier Globigerinenreiche Schiefer ohne zwischengeschaltete sterile Bänke, wie sie sonst in der ganzen Südelbach-Serie üblich sind. Ihre Fauna unterscheidet sich von derjenigen der Stadschiefer *Globigerapsis semi-involuta*-Zone nur darin, dass sich das Verhältnis Plankton:Benthos zugunsten des Planktons verschiebt.

Aus diesen Tatbeständen geht hervor, dass sowohl die basalen als auch die höchsten Teile der Südelbach-Serie ohne weiteres der *Globigerapsis semi-involuta*-Zone der Stadschiefer gleichgestellt werden können. Dieses Resultat bestätigt ferner die Annahme von P. A. Soder, auf Grund der in den Lithothamnien-Brekzien enthaltenen obereozänen Fauna für den ganzen Komplex auf priabones Alter zu schliessen.

Das Problem der tektonischen Stellung der Südelbach-Serie wird durch diesen mikropaläontologischen Befund in keiner Weise erhellt. Vielleicht erbringen zukünftige Studien über das Ober-Eozän im übrigen alpinen Raum genügend Vergleichsmöglichkeiten, um die Frage zu beantworten, welcher Deckeneinheit die Südelbach-Serie zuzuordnen ist.

3. ZUSAMMENFASSENDE CHARAKTERISIERUNG DER GESTEINE

A. STADSCHIEFER UND SCHIMBERGSCHIEFER

Als Einleitung seien hier kurz ein paar Sätze aus F. J. Kaufmanns «Der Pilatus» (1867) zitiert, die in trefflicher Weise den Habitus der in Betracht stehenden Schiefer wiedergeben: «Er ist entweder ein weicher, hellgrauer, thonreicher Mergel-Schiefer, zu weich, um Platten zu bilden, oder ein etwas härterer grauer Schiefer, der sich plattenförmig ablöst (Stad am Alpnachersee); auch finden sich

unreine, sandige, verhärtete, knollige oder wellenflächige Varietäten, die man ebensogut unter die Sandsteine einreihen könnte. Die Verwitterungsfläche ist grau bis gelblich, in der Regel heller grau als das frische Gestein.» Des weitern beschreibt KAUFMANN als Komponenten der Schiefer eckige Quarzkörner von 0,04 bis 0,1 mm, sowie seltene grüne Körnchen. Es darf nicht vergessen werden, dass dieser Autor die Schichten von Stad als Flysch-Schiefer bezeichnete und aus diesem Grunde bei der Gesteinsbeschreibung die Schiefer des subalpinen Flysches mit einbezog. Mit einer künstlichen Grenze trennte er nämlich seinen «Flysch» von den liegenden, sandigen Schiefern ab, wahrscheinlich deshalb, weil er in den sandigen Schiefern keine oder nur spärliche Foraminiferen vorfand. Andererseits stellte er in seinen «Flysch-Schiefern» (Stadschiefer) Störungs-Zonen fest, die dem Gestein stellenweise ein Flysch-ähnliches Aussehen aufprägen.

Im untersuchten Gebiet existieren sämtliche Übergänge von sandigen bis zu tonig-mergeligen Schiefern. Die Stadschiefer gehen allmählich aus der Hohgant-Serie hervor, sei es nun aus dem Hohgantschiefer oder aber direkt aus dem Hohgantsandstein. So sind denn die hangenden Schiefer der Hohgant-Serie immer stark sandig (der Quarz-Anteil kann bis gegen 90% betragen). Sie unterscheiden sich von den Hohgantschiefern durch einen merklichen Rückgang des Glaukonit-Gehalts und durch das Auftreten von agglutinierenden Kleinforaminiferen. In den jüngern Schichten tritt der Quarz zugunsten von Calcit und Tonmineralien zurück. Allgemein konnte aber festgestellt werden, dass die tonig-mergelige Facies oftmals wieder gegen den sandigen Bereich zurückpendelt, so dass als gesteinsbildende Mineralien für die Stadschiefer Quarz und Calcit genannt werden dürfen, deren prozentuale Anteile allerdings starken Schwankungen unterworfen sind. Ausserdem sind vor allem in den mergeligen Schiefern Muskovit-Schüppchen häufig, während in den eher sandigen Varietäten ab und zu Glaukonit eingestreut ist.

So werden denn heute unter dem Begriff «Stadschiefer» Gesteine von verschiedenem Habitus eingegliedert: sandige Schiefer einerseits, tonig-mergelige Schiefer andererseits, und dazwischen alle möglichen Übergänge.

Ziehen wir in Betracht, dass andernorts Gebilde ähnlicher Art und vermutlich gleichen Alters Globigerinen- oder Flecken-Mergel genannt werden, so drängt sich eine einheitliche Namengebung auf. Die Schichten, die im Helvetikum auf die Hohgant-Serie folgen, könnte man kurz Ober-Eozäne Globigerinen-Schiefer nennen, wobei natürlich anhand von leitenden Kleinforaminiferen Zonen-Bezeichnungen eingeführt werden müssen. Unter diesen Umständen fallen MOLLETS «Schimbergschiefer» dahin. Vom Alter und von der reichen Makrofauna abgesehen, lassen sich ohnehin kaum Verschiedenheiten von den Stadschiefern feststellen. Es sind wie jene hellgraue, feinsandige bis mergelige Schiefer mit reichlichem Muskovit-Gehalt und spärlichen Glaukonit-Körnern. Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass in den «Schimbergschiefern» Seichtwasserformen – wie sie MOLLET in seiner Faunenliste (1921) anführt – vorherrschen. Diese Tatsache ist für die nachfolgende Entstehungs-Hypothese der Konglomerate von Bedeutung.

B. LITHOTHAMNIEN-BREKZIEN

A. BUXTORF schreibt in seinem Vortrag «Geologie des Pilatus» (1924): «Die den Abschluss des Eozäns bildenden Stadschiefer sind im mittleren und nördlichen

Pilatus durch Einlagerungen von Lithothamnienkalken gekennzeichnet; Kaufmann hat für diese den Namen Wängenkalk vorgeschlagen, benannt nach der Wängenalp im W-Pilatus.» Diese Wängenkalke bestehen zum wesentlichen Teil aus zerbrochenem organischem Material: Lithothamnien, Bryozoen und Foraminiferen. Im feinkörnigen kalkigen Bindemittel finden sich ohne Regelung eckige und gerundete Quarz-Körner von unterschiedlicher Grösse eingestreut. Diese Tatsachen bewegen mich, den Ausdruck Wängen- oder Lithothamnienkalk fallen zu lassen und diese Gesteine wie P. Soder (1949) Lithothamnien-Brekzien zu nennen.

Frisch gebrochen zeigen diese Riffkalk-Bildungen eine graue Farbe mit zum Teil ins Schwärzliche gehenden Nuancierungen, während sie verwittert eine hellgraue bis weissliche Tönung annehmen können.

Neben den Bestandteilen organischen Ursprungs und den bereits erwähnten Quarz-Körnern enthält das Gestein auch sporadisch Glaukonit und Pyrit. Risse und Spalten werden von Calcit erfüllt.

Die Lithothamnien-Brekzien bilden fast immer Dezimeter bis 2 m mächtige Bänke, die linsenartig in den Stadschiefern schwimmen und sich horizontal nur über einige 10er von Metern erstrecken.

Zur Datierung der Stadschiefer wurde bis zum heutigen Tag die Fauna der Wängenkalke beigezogen, deren Alter kurz als Ober-Eozän angegeben wird, da *Heterostegina helvetica* Kaufmann und *Halkyardia minima* Liebus fast durchwegs als Leitfossilien vertreten sind. Wie schon erwähnt, scheint sich aber die Stadschiefer-Sedimentation wechselseitig sowohl im neritischen als auch im bathyaleren Bereich abgespielt zu haben. Ungebunden an eine bestimmte Zeit konnten sich daher während der Epoche des jüngsten helvetischen Eozäns Lithothamnien-Riffkalke gebildet haben. Für eine feinstratigraphische Gliederung dürfte deshalb die Fauna dieser Gesteine kaum genügen. In der Tat konnten bei den meisten Profilaufnahmen in beliebigen Niveaus Lithothamnien-Brekzien festgestellt werden, die in keiner Weise untereinander zusammenhängen: Schy, Quellgebiet der Chli-Schliere, Kliemsenmulde, Älleggbach, jüngster Teil des Looeggprofils, Südelbach.

C. SANDSTEINE

Ähnliches wie über das Vorkommen der Lithothamnien-Brekzien lässt sich auch über dasjenige der Sandstein-Bildungen aussagen. Unvermutet schalten sich in den Schiefern Sandstein-Bänke ein. Meist bilden sie plattige bis schiefrige Linsen; sie können aber auch als grob gebankte, wenig mächtige Schichtkomplexe auftreten, die nach einigen Metern auskeilen. Sandsteine aus der Südelbach-Serie unterscheiden sich in mancher Hinsicht von denjenigen aus den Stadschiefern. Dies drängt – trotz gleichem äusserlichem Habitus – eine gesonderte Beschreibung der beiden Typen auf.

1. Die in die Stadschiefer eingelagerten Sandsteine ähneln stark den Gesteinen der Hohgant-Serie, können aber im Gegensatz zu diesen stärker kalkig werden (bis 30%) und enthalten häufiger Kleinforaminiferen.
2. Die Sandsteine aus der Südelbach-Serie sind von Soder (1949) eingehend beschrieben worden. Der Kalkgehalt ist hier meist grösser als bei 1. und kann bis

gegen 50% betragen. Ausserdem sind die Körner oft gut sortiert, und die im Gestein häufig anzutreffenden Muskowit-Schüppchen zeigen eine leichte Orientierung, welche im Schliffbild durch Feinschichtung zum Ausdruck kommt.

Des weitern wurde im nördlichen grossen Zufluss des Südelbachs eine 20 cm mächtige Bank mit Graded Bedding gefunden, was wiederum ein Kriterium darstellt, den Ablagerungstypus der Südelbach-Serie getrennt zu behandeln.

D. KONGLOMERATE

Sie sind von F. J. Kaufmann (1872) zum ersten Mal erwähnt worden. Im Untersuchungsgebiet bilden sie eine lokale Erscheinung, konnten sie doch nur in der Gegend Laui–Looegg–Chätterich gefunden werden.

Einzelne kleinere Gerölle sind lose in die Schiefer eingestreut. Speziell fallen aber die eigentlichen Konglomerat-Bänke auf (Fig. 8), die bereits bei der Profilbeschreibung erwähnt wurden (pag. 1019). Sie setzen in den obersten Schimbergschiefern ein, um dann verschiedentlich während der Stadschiefer-Sedimentation als einige cm bis 3 m mächtige Bänke wiederzukehren.

Form und Grösse der Konglomerat-Komponenten wechseln stark. In der Regel herrschen jedoch ungefähr kopfgrosse, relativ wenig gerundete Komponenten vor.

Als Material-lieferndes Gestein kommen fast sämtliche Schichten von Kieselkalk bis hinauf zur Hohgant-Serie in Betracht, also alles Bestandteile des Kreide-Eozän-Komplexes der Randkette. Auf Grund dieser Tatbestände divergieren die Ansichten über die Entstehung der Konglomerate kaum. W. Brückner (1946) fasst in seiner Arbeit «Neue Konglomeratfunde in den Schiefermergeln des jüngern helvetischen Eozäns der Zentral- und Ost-Schweiz» sämtliche Kenntnisse über die zur Diskussion stehenden Probleme zusammen. Die Konglomerate müssen nach Brückner folgendermassen entstanden sein:

Während der Schimbergschiefer-Ablagerung setzte eine lokale Hebung und Bruchbildung des heute die Randkette bildenden Sedimentations-Raumes ein, konnte sich doch in jener Zeit eine Seichtwasser-Fauna entwickeln (vgl. pag. 1025). Die blossgelegte Kreide-Eozän-Serie fiel der Erosion anheim und lieferte das Material für die Konglomerate. Während einer kurzen Periode dürften sogar die Schimbergschiefer erodiert worden sein; im Aufschluss Nr. 3 des Looeggprofils (pag. 1019) fanden sich nämlich einzelne Gerölle, deren Kreide-Komponenten mit Relikten aus den Schimbergschiefern zusammengebacken sind. Im jüngsten uns bekannten Eozän der Randkette versank diese kleine Untiefe wieder. Jedenfalls fand ich in den obersten eozänen Schiefer keine Anhaltspunkte, die für eine Sedimentation in seichtem Wasser sprechen würden. Für weitere Ausführungen sei auf die Arbeiten Mollet (1921) und Brückner (1946) verwiesen.

E. GESTEINE DER SÜDELBACH-SERIE

J. P. Soder (1949) gibt eine treffende lithologische Übersicht der gesamten Südelbach-Serie, so dass ich mir hier nur einige zusammenfassende und ergänzende Bemerkungen gestatten möchte.

Mit Ausnahme der Konglomerate sind in der Südelbach-Serie sämtliche in diesem Kapitel erwähnten Gesteinstypen (A, B, C) vertreten. Schichten, die man aber nicht ohne weiteres unter den Begriff «obereozäne Globigerinen-Schiefer» einordnen kann, haben am Aufbau der Südelbach-Serie den grössten Anteil und verdienen deshalb eine spezielle Betrachtung. Es sind dies tonig-siltige Schiefer, die unregelmässig verwittern. Äusserlich wohl den «obereozänen Globigerinen-Schiefern» verwandt, zerbrechen sie beim Anschlagen nicht in dünne Platten wie jene, sondern zerfallen in spiessige Bestandteile mit zum Teil muscheligem Bruch. Ausserdem sind sie fast durchwegs steril.

Das Schliffbild zeigt im allgemeinen eine kalkarme Grundmasse, in die schlecht sortiert eckige Quarzkörner von geringem Durchmesser eingestreut sind. Die meist im Gestein enthaltenen Glimmer-Schüppchen (Muskovit und Biotit) sind oft «lagig» orientiert. Nicht selten kommen auch kohlige Einschlüsse und Pyrit-Kristalle vor. Ebenso konnte makrokristalliner Calcit festgestellt werden.

Die Ablagerungs-Bedingungen waren hier wohl ganz andere als diejenigen im eigentlichen helvetischen Raum. Jedenfalls bewirken die vielen Flysch-artigen Erscheinungen in der Südelbach-Serie, dass man – wie Soder – diesen ganzen Komplex nicht dem Helvetikum der Pilatus-Teildecke zuordnen kann. In welche Deckeneinheit die Südelbach-Serie gehören mag, das bleibe späteren Untersuchungen vorbehalten. Wir versuchen im Laufe dieser Arbeit nur, Klarheit über das Alter dieser Ablagerung zu schaffen.

4. SYSTEMATISCHE BESCHREIBUNG DER FORAMINIFEREN

Die Reihenfolge der Familien und Genera richtet sich nach der Systematik von J. A. Cushman (1950, Foraminifera, 4. Auflage, 2. Ausgabe). Für neueste systematische Erkenntnisse wurde ferner Pokornys Mikropaläontologie I (1958, Berlin) zu Rate gezogen.

Unter der Bezeichnung «Vorkommen» einer Art verstehen wir immer das Alter und die Häufigkeit, mit der sie in den untersuchten Schichten auftritt; ferner nennen wir auch die Verbreitung in andern Gebieten, sofern dies die vorhandene Literatur zuliess.

Die Familie der Globigeriniden wird ihrer Bedeutung gemäss in einem speziellen Kapitel behandelt.

FAMILIE RHIZAMMINIDAE

Gattung Bathysiphon Sars, 1872

Bathysiphon eocenicus Cushman und Hanna

Bathysiphon eocenica Cushman und Hanna, 1927, Proc. Calif. Acad. Sci., ser. 4, *16*, No. 8, p. 210, pl. 13, fig. 2, 3.

Die Gehäuse-Bruchstücke weisen nur selten einen kreisrunden Querschnitt auf; sie sind meist seitlich zusammengedrückt. Die Wand ist aus mittelkörnigem, sandigem Material aufgebaut. Da die Länge der einzelnen Bruchstücke oder Indi-

viduen stark variiert, sei hier nur der approximative Durchmesser angegeben: er schwankt um 1 mm.

Vorkommen: selten, in allen Schichten des Untersuchungsgebiets; weltweit.

FAMILIE LITUOLIDAE

Gattung Haplophragmoides Cushman, 1910

Die recht seltenen und meist deformierten Exemplare können am ehesten mit der Art *H. suborbicularis* Grzybowski, 1896, verglichen werden. Vielleicht liegt auch eine neue Species vor, deren Einführung sich aber infolge des schlechten Erhaltungszustandes der Individuen nicht verantworten liesse.

Vorkommen: Alpnach-Stad 8, Looegg 32.

Gattung Ammobaculites Cushman, 1910

Ammobaculites cubensis Cushman und Bermudez

Ammobaculites cubensis Cushman und Bermudez, 1937, Contr. Cushman Found. Lab. Foram. Res. *13*, p. 106, pl. 16, figs. 4, 16–18.

Die Individuen dieser Art variieren stark in ihren Dimensionen. Die Gehäusewand ist grob-sandig; die einzelnen Körner sind nicht sortiert. Die ersten 4–6 Kammern sind planispiral angeordnet und nehmen rasch an Grösse zu. Der uniserale, gestreckte Endteil zeigt vertiefte Suturen, die die ungefähr gleich grossen 2–4 Kammern deutlich voneinander abheben, wobei der letzten Kammer oft ein Hälschen aufsitzt, das die Mündung trägt.

Länge: im Mittel 2 mm.

Vorkommen: Looegg 32, 37, Vorder Thor 6, 7. Eozän von Cuba, Trinidad und Chile.

Fig. 11. *Triplasia loeblichi* Hagn. a) Seitenansicht eines langgestreckten Exemplars. b) Seitenansicht einer kurzen Form. c) Mündung der kurzen Form.

Gattung Triplasia Reuss, 1854, emend. Loeblich und Tappan, 1952

Triplasia loeblichi Hagn

(Fig. 11, p. 1029)

Triplasia loeblichi Hagn, 1953, Paläont. Z. *27*, 3/4, p. 212–219, T. 14, figs. 1–5.

Alle vorliegenden Exemplare weisen im Gegensatz zu den von H. Hagn beschriebenen einen einheitlichen Gehäuse-Bauplan auf. Die Wand ist grob-agglu-

tiniert. Der planispirale Anfangsteil besteht aus 5–8 Kammern, deren Suturen nur undeutlich sichtbar sind. Im einzeiligen, scharf dreikantigen Endteil mit flachen bis leicht konvexen Seitenwänden werden die Kammern durch gebogene, oft eingesenkte Suturen voneinander getrennt. Meist findet sich auf der Mitte der letzten Kammer eine kleine Vorstülpung mit schlitzförmiger Apertur.

Dimensionen: grösste Länge 3 mm, grösste Breite (Durchmesser der Anfangsspirale) 1 mm.

Vorkommen: *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Unt. Ober-Eozän (Lédien), Stockletten des Helvetikums (Bayern).

Die Verwandtschaft zwischen *Ammobaculites* und *Triplasia*, die H. Hagn, 1953, diskutiert, kommt bei den oben beschriebenen zwei Arten deutlich zur Geltung. In der nachfolgenden kleinen Tabelle sind die Hauptmerkmale vergleichsweise zusammengestellt:

	Ammobaculites cubensis	*Triplasia loeblichi*
Wand	grob-agglutiniert	grob-agglutiniert
Anfangsteil	planispiral	planispiral
Endteil	uniserial	uniserial
Querschnitt	rund	dreieckig, mit scharfen Kanten
Nähte	horizontal	leicht gebogen
Mündung	gerundet mit oder ohne Hälschen	schlitzförmig, mit oder ohne Hälschen

Fig. 12. *Spiroplectammina dentata* (Alth)

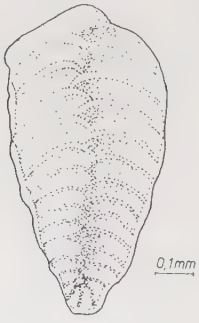


Fig. 13. *Spiroplectammina gümbeli* Hagn

Fig. 14. *Vulvulina flabelliformis* (Gümbel)

FAMILIE TEXTULARIIDAE

Gattung Spiroplectammina Cushman, 1927

Spiroplectammina dentata (Alth)

(Fig. 12, p. 1030)

Textularia dentata Alth, 1950, Naturw. Abh., Wien, *3*, Abh. 2, p. 262, pl. 13, fig. 13.

Die seltenen Exemplare lassen sich gut in diese Species einordnen.

Länge: 0,7 mm, Breite 0,55 mm.

Vorkommen: Alpnach-Stad 8; weltweit.

Spiroplectammina gümbeli HAGN

(Fig. 13, p. 1030)

Spiroplectammina gümbeli HAGN, 1956, Palaeontographica, Stuttgart, *107*, Abt. A, p. 114, T. 9, figs. 12, 13.

H. HAGN zitiert unter dieser neuen Art auch die von H. BOLLI (Eclogae geol. Helv. *43*/2, 1950) aus den Stadschiefern aufgeführte *Spiroplectammina dentata*. Nach unsern Untersuchungen sind aber an der Typlokalität (Alpnach-Stad 8) sowohl die eine als auch die andere Species vertreten.

Spiroplectammina detata unterscheidet sich von *Spiroplectammina gümbeli* in folgenden Merkmalen:

	Sp. dentata	*Sp. gümbeli*
Suturen	fast gerade	leicht abwärts gebogen
Anordnung der letzten Kammern	durchwegs biserial	Tendenz zu uniserial (Semivulvulina)
grösste Breite	bei den letzten zwei Kammern	im Bereich der jüngsten Kammer
Form	kurz und breit, drachenfermig	lang, keilförmig
Kiel	schwacher Saum	flügelartiger Saum

Vorkommen: in allen Schichten des Untersuchungsgebiets; Mittel- und Ober-Eozän des alpinen Bereichs, S-Europa.

Gattung Vulvulina D'ORBIGNY, 1826

Vulvulina eocaena MONTAGNE

Vulvulina eocaena MONTAGNE, 1941, Geogr. en Geol. Meded., Phys.-Geol. Reeks, Ser. 11, 1.

Diese kleine, der GÜMBEL'schen *Vulvulina flabelliformis* nahe verwandte Art wurde nur vereinzelt gefunden.

Vorkommen: selten, in allen Schichten des Untersuchungsgebiets, Eozän von Dalmatien und des Mte. Brione (Ob. Italien).

Vulvulina flabelliformis (GÜMBEL)

(Fig. 14, p. 1030)

Textularia flabelliformis GÜMBEL, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 647, fig. 83.

Leider stand mir kein Vergleichsmaterial aus den bayrischen Alpen zur Verfügung. Die Bestimmungen erfolgten anhand der Zeichnungen, Photographien und Beschreibungen von C. W. GÜMBEL (1868) und H. HAGN (1956, Palaeontographica, Bd. 107, Abt. A). Gemäss beiden Autoren soll *V. flabelliformis* geologisch älter sein als *V. haeringensis*. Demnach wäre also in den Stadschiefern nur *V. haeringensis* zu erwarten. Auf die Exemplare aus den obereozänen Schiefern der helvetischen Randkette trifft aber im allgemeinen die Beschreibung von *V. flabelliformis* oder *V. nummulina* zu. Die Verwandtschaft oder sogar Zugehörigkeit zur selben Art von *V. nummulina* und *V. flabelliformis*, wie H. HAGN (1956) sie beschreibt, kann hier nicht erörtert werden. Jedenfalls stehen sich die beiden Arten sehr nahe;

wir ordnen deshalb alle Vulvulinen, die der Art *V. nummulina* entsprechen, ebenfalls unter *V. flabelliformis* ein.

Die von H. Bolli aus der Typlokalität der Stadschiefer erwähnte *V. chirana* dürfte *V. flabelliformis* sein.

Länge: 1,8 mm, Breite: 0,8 mm.

Vorkommen: häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Eozän des Mte. Brione, Stockletten (Bayern).

Vulvulina haeringensis (Gümbel)

(Fig. 15, p. 1032)

Venilina haeringensis Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 649, fig. 84 bis

Eigenartigerweise konnte diese Species nur in den Proben des Looegg-Profils festgestellt werden. Wie aus den Fig. 14 und 15 hervorgeht, unterscheidet sich *V. haeringensis* eindeutig von *V. flabelliformis:* sie ist kürzer und breiter; der schwache Kiel zeigt im Gegensatz zu *V. flabelliformis* leichte Auszackungen.

Länge: 0,6 mm, Breite: 0,5 mm.

Vorkommen: selten, im gesamten Looegg-Profil; Eozän von Haering (Tirol), Mte. Brione.

Fig. 15. *Vulvulina haeringensis* (Gümbel)

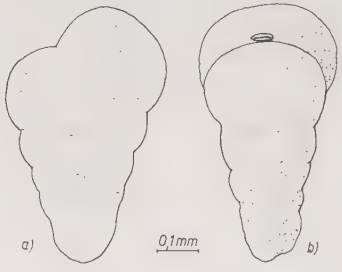


Fig. 16. *Karreriella subglabra* (Gümbel)

FAMILIE VERNEUILINIDAE

Gattung Clavulinoides Cushman, 1936

Clavulinoides alpina Cushman

Clavulinoides alpina Cushman, 1936, Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. No. 6, p. 22, pl. 3, fig. 16.

Die aus sehr feinkörnigem Material aufgebauten Gehäuse zeigen im Querschnitt immer ein gleichseitiges Dreieck, dessen Seiten gerade oder leicht konkav verlaufen können. Der triseriale Anfangsteil wird von einem 2–3-kammerigen, einzeiligen Endstadium abgelöst. Die Suturen sind im uniserialen Teil leicht eingesenkt und gegen die Kanten hin abwärts gebogen.

Die letzte Kammer ist abgerundet und trägt in der Mitte die runde Apertur. Ein Hälschen wird nie ausgebildet.

Länge: 1,7 mm, Breite: 0,8 mm.

Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Eozän von Gassino bei Turin, Siegsdorf (Deutschland).

Clavulinoides haeringensis Cushman

Clavulinoides haeringensis Cushman, 1936, Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. No. 6, p. 22, pl. 3, figs. 17a, b.

Die grob-agglutinierten Gehäuse sind verhältnismässig kurz und breit, wobei der Anfangsteil eine Spitze bildet. Mit der letzten Kammer erreicht das Gehäuse die grösste Breite. Der Querschnitt ist immer ein gleichseitiges Dreieck, dessen Seiten eben oder leicht konkav sein können und scharfe Kanten bilden. Wegen der Grobkörnigkeit der Wände sind die Suturen nie sichtbar. Die runde Mündung sitzt auf einer halsartigen Vorstülpung der letzten Kammer.

Länge: 0,9 mm, Breite: max. 0,6–0,7 mm.

Vorkommen: Schimbergschiefer; Eozän von Haering, Tirol.

H. Hagn (1960, Geol. Bavarica Nr. 44) führt für diese Art den Namen *Clavulinoides szaboi haeringensis* ein. Für unsere Exemplare trifft diese Bezeichnung nicht zu, weist doch *Clavulinoides haeringensis* – wie aus der Beschreibung hervorgeht – zu wesentliche Abweichungen in den Art-Merkmalen auf, als dass ich sie als Subspecies von *Clavulinoides szaboi* ansehen dürfte.

Clavulinoides szaboi (Hantken)

(Tafel I)

Clavulina szaboi Hantken, 1868, Magy. Földt. Társ. Munkálátai *4*, p. 83, pl. 1, figs. 4, 6, 7.

Diese langgestreckten Formen sind aus grobem bis mittelkörnigem Material aufgebaut. Die im Anfangsteil leicht zugespitzten Gehäuse nehmen rasch an Breite zu, um diese dann bis zur letzten Kammer mehr oder weniger beizubehalten. Der Querschnitt ist wie bei *Clavulinoides haeringensis* durchwegs dreieckig; die Seiten sind flach bis schwach konkav und laufen ebenfalls zu scharfen Kanten zusammen. Das triseriale Anfangsstadium kann bei den wenigsten Exemplaren deutlich festgestellt werden; im einzeiligen jüngern Teil jedoch sind die leicht nach abwärts gebogenen Suturen vielfach deutlich vertieft. In der Mitte der letzten Kammer sitzt ein kleiner Hals – bei vielen Individuen zugleich der Schnittpunkt der hier zusammenlaufenden Seitenkanten-, der die gerundete Mündung trägt.

Durchschnittliche Länge: 2–2,5 mm.

Durchschnittliche Breite: 0,9–1,2 mm.

Vorkommen: Übergangsschichten Hohgant-Serie-Stadschiefer, Schimbergschiefer; Kleinzeller Tegel (Ungarn), Ob.Eozän-Stampien von SW-Frankreich, Eozän-Oligozän von Ober-Italien.

FAMILIE VALVULINIDAE

Gattung Dorothia Plummer, 1931

Dorothia fallax Hagn

Dorothia fallax Hagn, 1954, Contr. Cushman Found. Foram. Res. *5*, Part 1, p. 16, pl. 4, figs. 10, 11.

Die drei vorliegenden Exemplare haben leicht gedrehte Gehäuse und sind aus grobagglutiniertem Material aufgebaut. Die Suturen können im Anfangsteil kaum erkannt werden und sind erst im Endstadium leicht vertieft.

Im übrigen entsprechen unsere Formen gut der von H. Hagn beschriebenen Art.

Länge: 1,2 mm, Breite: 0,5 mm.

Vorkommen: sehr selten, Profil Vorder Thor; Eozän, Rollgraben bei Kressenberg (Bayern), Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Gattung Karreriella Cushman, 1933

Karreriella subglabra (Gümbel)

(Fig. 16a, b, p. 1032)

Gaudryina subglabra Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 602, T. I, figs. 4a, b.

Das aus feinkörnigem Material bestehende Gehäuse zeigt eine konische, leicht flach gedrückte Gestalt. Während die Kammern des stumpfen Anfangsteils kaum sichtbar sind, treten sie im Endteil – durch vertiefte Suturen getrennt – stärker hervor. Die schlitzförmige Apertur befindet sich am Unterrande der letzten Kammer und ist von einem lippenartigen Wulst umgeben.

Länge: 0,7 mm, Breite: 0,4 mm, Dicke: 0,3 mm.

Vorkommen: selten, in allen Schichten des Untersuchungsgebiets; Stockletten (Bayern), Eozän von Haering (Tirol), Eozän von Ober-Italien.

Gattung Tritaxilina Cushman, 1911

Tritaxilina pupa (Gümbel)

(Fig. 17, p. 1037)

Gaudryina pupa Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 602, T. 1, figs. 3a, b.

In ihrer Grösse variiert diese Art stark. Im Anfangsteil zugespitzt, vergrössert sich das Gehäuse kegelförmig, erreicht oberhalb der Mitte den maximalen Querdurchmesser, der sich gegen die jüngsten Kammern hin wieder verengert.

Im Jugendstadium sind die Kammern vierzeilig angeordnet; hierauf folgt ein triseriales Stadium, das sich bei ausgewachsenen Exemplaren über biserial zu uniserial entwickeln kann.

Die Suturen sind zuerst undeutlich, treten dann wie Rippen hervor und lassen die eigentlichen Kammerwände als eingesenkt erscheinen.

Die gerundete Mündung ist bei unseren Formen meist nur schlecht sichtbar.

Länge: max. 1,6 mm, Breite: 0,5–0,8 mm.

Vorkommen: in allen Proben; Nummuliten-Bänke von Hammer (Bayern), Eozän von Gassino bei Turin.

FAMILIE MILIOLIDAE

Aus den Schimbergschiefern konnten verschiedene Milioliden (*Triloculina*, *Quinqueloculina*) isoliert werden. Da meist nur Bruchstücke von Gehäusen vorliegen, wurde von Art-Bestimmungen abgesehen.

Gattung Massilina Schlumberger, 1893

Massilina decorata Cushman

Massilina decorata Cushman, 1922, U. S. Geol. Survey Prof. Paper 129-F, p. 143, pl. 34, fig. 7.

Das einzige an der Typlokalität der Stadschiefer gefundene Exemplar lässt sich der von Cushman aus dem untern Oligozän beschriebenen Art zuweisen.

Länge: 0,4 mm, Breite: 0,2 mm.

Vorkommen: Ob. Eozän–Oligozän von Texas, Louisiana, Florida.

FAMILIE LAGENIDAE

Gattung Robulus Montford, 1808

Robulus alato-limbatus (Gümbel)

Robulina alato-limbata Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 641, T. 1, fig. 70a–c.

Sämtliche Gehäuse sind mit einem Kielsaum versehen. Der Nabel ist stark gewölbt. 8–9 Kammern machen den letzten Umgang aus. Die oft relativ undeutlichen Nähte verlaufen vom Nabel aus zuerst radial, um dann aber gegen den Kielsaum zu nach rückwärts umzubiegen.

Der Durchmesser beträgt im Mittel um 1,5 mm.

Vorkommen: in allen Schichten des Untersuchungsgebiets; Stockletten (Bayern), Eozän von Ober-Italien, Ob. Eozän der südöstlichen USA., Californien und Chile.

Robulus arcuato-striatus (Hantken)

Robulina arcuato-striata Hantken, 1868, Magy. Földt. Társ. Munkálatai *4*, p. 93, T. 2, figs. 30a–c.

Eine relativ kleine Art. Der letzte Umgang besteht aus 5 6 Kammern, deren gebogene Suturen tangential vom Nabel aus abgehen und sofort stark nach rückwärts abbiegen.

Durchmesser: 0,6–0,8 mm.

Vorkommen: durchgehend; Kleinzeller Tegel (Ungarn), Stockletten (Bayern), Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Robulus gutticostatus (Gümbel)

Robulina gutticostata Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 643, T. 1, fig. 74.

Äusserst seltene und meist deformierte Exemplare entsprechen dieser Art. Jedenfalls liessen sich im Zentrum der Gehäuse und auf den Suturen die für diese Species charakteristischen Knötchen feststellen.

Durchmesser: 1 mm.

Vorkommen: in allen Proben; Stockletten (Bayern), Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien), Ob. Eozän der südöstlichen USA.

Robulus limbatus (Bornemann)

Robulina limbata Bornemann, 1855, Z. dtsch. Geol. Ges., *7*, p. 335, T. 15, figs. 4–6.

R. limbatus unterscheidet sich von *R. arcuato-striatus* in folgenden Merkmalen: Der letzte Umgang umfasst 6–7 Kammern, deren Suturen sich tangential vom Nabel aus in gerader Linie zum Kielsaum hinziehen.

Durchmesser: ca. 1 mm.

Vorkommen: selten, in allen Proben; Rupélien von N-Deutschland, Ob. Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Gattung Marginulina d'Orbigny, 1826

Marginulina coronata Gümbel

Marginulina coronata Gümbel, 1868. Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 633, T. 1, fig. 61.

Die Initialkammern der meisten Exemplare sind abgebrochen. Vereinzelt konnte aber doch der schwach eingerollte Anfangsteil erkannt werden. Das ganze Gehäuse setzt sich aus ca. 7 kugeligen Kammern zusammen, deren Nähte anfänglich nur leicht eingesenkt sind. Die beiden letzten Kammern aber trennt eine tiefe Sutur. Kleine Dornen, die speziell im Endteil in ungefähr 20 Längsreihen angeordnet sind, bedecken die Oberfläche der Wandung.

Länge: 1,8 mm.

Durchmesser der grössten Kammer: 0,6 mm.

Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Nummuliten-Mergel von Hammer (Bayern).

Marginulina scarenaensis Hantken

Marginulina scarenaensis Hantken, 1884, Math. u. Naturw. Ber. Ungarn *2*, p. 147, T. 3, fig. 4.

Ein einzelnes Gehäuse dieser eigentümlichen, nur aus 2 Kammern bestehenden Art konnte aus den Stadschiefern der Typlokalität identifiziert werden. Die Sutur zwischen den beiden ungefähr gleich grossen Kammern verläuft schief. Der von Hantken erwähnte Initialstachel ist nur leicht angedeutet und dürfte abgebrochen sein.

Länge: 0,9 mm, Dicke: 0,4 mm.

Vorkommen: Eozän von Dalmatien, Stockletten (Bayern), Ob. Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Marginulina glabra d'Orbigny *obesa* Cushman

Marginulina glabra d'Orbigny var. *obesa* Cushman, 1923, U. S. Nat. Mus., Bull. 104, part 4, p. 128, pl. 37, fig. 1.

Die aus 5 Kammern aufgebaute Form, deren Anfangsteil kaum eingerollt erscheint, entspricht dieser rezenten Art sehr gut. Die strahlige Mündung ist sehr deutlich.

Länge: 1 mm.

Vorkommen: sehr selten, in den Schimbergschiefern; rezent; Oceanic-Formation, Barbados.

Gattung Marginulinopsis Silvestri, 1904

Marginulinopsis fragraria (Gümbel)

(Fig. 18, p. 1037)

Marginulina fragraria Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl. *10*, II. Abt., p. 635, figs. 58a–c.

Die Gehäuse sind normalerweise aus 12 Kammern aufgebaut. Im spiralig eingerollten Anfangsteil sind die Kammern nur undeutlich abgegrenzt. Erst im gestreckten Teil werden die Nähte klar sichtbar. Während die Anfangskammern einen ovalen Querschnitt aufweisen, zeigen die letzten Kammern die Tendenz zur Rundung. Das gesamte Gehäuse ist mit Knötchen oder Dornen bedeckt, wobei sich die Dornen auf den Suturen stärker abheben als die mehr knötchenartigen Verzierungen auf den einzelnen Kammern. Ein Kiel ist nie vorhanden.

Diese auffallende Art zeigt eine grosse Ähnlichkeit mit *Vaginulinopsis asperuliformis* (Nuttall), die in den gleichen Schichten viel häufiger anzutreffen ist (pag. 1039). Übergangsformen zwischen den beiden Species konnten aber nicht gefunden werden.

Länge max.: 2,4 mm, Dicke: 0,5–0,7 mm.

Vorkommen: ziemlich selten, in allen Proben; Stockletten (Bayern), Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien), Kleinzeller Tegel (Ungarn).

Fig. 17. *Tritaxilina pupa* (Gümbel)

Fig. 18. *Marginulinopsis fragraria* (Gümbel)

Fig. 19. *Vaginulinopsis cumulicostata* (Gümbel)

Gattung Dentalina d'Orbigny, 1826

Dentalina mucronata Neugeboren

Dentalina mucronata Neugeboren, 1865, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, *12*, p. 83, pl. 3, figs. 8–11.

Ein einzelnes Exemplar aus den Schimbergschiefern kann dieser Art zugewiesen werden.

Länge: 1,5 mm, Durchmesser: 3 mm.

Vorkommen: Tertiär von Rumänien, Eozän-Miozän der karibischen Region.

Dentalina nummulina Gümbel

Dentalina nummulina Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 626, T. 1, fig. 45.

Das relativ gedrungene, leicht gebogene Gehäuse besteht aus 6 Kammern. Ca. 20 feine Costae verzieren die Oberfläche. Die Kammersuturen scheinen erst im Endteil leicht eingesenkt.

Es treten auch Formen auf, die gemäss ihrem Bau zwischen *D. nummulina* und *D. fissicostata* Gümbel stehen.

Länge: 1,5–2 mm.

Durchmesser der letzten Kammer: 0,5 mm.

Vorkommen: in allen Proben; Stockletten (Bayern), Ob. Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Gattung Nodosaria Lamarck, 1812

Nodosaria latejugata Gümbel

Nodosaria latejugata Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 619, T. 1, fig. 32.

Es liegen nur einige Bruchstücke dieser Art vor, die mit Vorbehalt hier einzuordnen sind. Auffallend sind die 12 hohen welligen Rippen, sowie die etwas verdickte Anfangskammer.

Länge und Breite einer Kammer ca. 1 mm.

Vorkommen: sehr selten, Schimbergschiefer; Stockletten (Bayern), Kleinzeller Tegel (Ungarn), Jackson Eocene der südöstlichen USA.

Nodosaria? longiscata d'Orbigny

Nodosaria longiscata d'Orbigny, 1846, Foram. Foss. Bass. Tert. Vienne, p. 32, pl. 1, figs. 10–12.

Wie bei den meisten bis jetzt unter dieser Art aufgeführten Individuen kann auch bei den vorliegenden Formen nichts über die Mündungsverhältnisse ausgesagt werden. J. P. Beckmann hat als einziger die Aperturen beobachten können (Eclogae geol. Helv. *46*/2, 1953). Diese langgestreckte, zylindrische Form ist horizontal weltweit verbreitet und vor allem aus oligozänen und miozänen Schichten bekannt.

Vorkommen: selten, in allen Proben.

Nodosaria spinicostata d'Orbigny

Nodosaria spinicostata d'Orbigny, 1846, Foram. Foss. Bass. Tert. Vienne, p. 37, pl. 1, figs. 32, 33.

Die wenigen in den Schimbergschiefern gefundenen Exemplare entsprechen in allen Einzelheiten der von d'Orbigny aus dem Wiener Becken beschriebenen Art. Von Hantken wird sie ebenfalls aus den «Clavulinoides szaboi-Schichten» Ungarns erwähnt. In der neuen Welt ist diese Species aus den Alazan-Clays von Mexiko bekannt.

Gattung Pseudoglandulina Cushman, 1929

Pseudoglandulina conica (Neugeboren)

Glandulina conica Neugeboren, 1851, Verh. Mitt. Siebenbürg. Ver. Nat. *2*, p. 51, pl. 1, fig. 5.

Die im allgemeinen sehr leicht kenntliche Form besteht aus 5–6 Kammern, die vom stumpfen Anfangsteil an beständig an Grösse zunehmen und ihren grössten Durchmesser in der untern Hälfte der jüngsten Kammer erreicht. Die Suturen werden erst im jüngern Gehäuseteil sichtbar eingesenkt.

Länge: 0,9–1,2 mm.
Breite (Durchmesser der letzten Kammer): 0,4–0,5 mm.
Vorkommen: durchgehend; weltweit.

Pseudoglandulina ovata (Cushman)

Nodosaria (*Glandulina*) *laevigata* d'Orbigny var. *ovata* Cushman und Applin, 1926, Bull. Amer. Ass. Petr. Geol. *10*, p. 169, pl. 7, figs. 12, 13.

Einige wenige Exemplare lassen sich gut mit dieser Art vergleichen.
Vorkommen: selten, in allen Proben; weltweit.

Gattung Saracenaria Défrancé, 1824

Saracenaria hantkeni Cushman

Saracenaria arcuata d'Orbigny var. *hantkeni* Cushman, 1933, Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *9*, p. 4, pl. 1, figs. 11, 12.

Sämtliche Exemplare zeigen die für diese Art typischen Merkmale. In ihrer Grösse variieren sie sehr stark.

Länge: 0,5–1,1 mm, Breite der letzten Kammer: 0,2–0,4 mm.
Vorkommen: selten, durchgehend; weltweit.

Gattung Vaginulinopsis Silvestri, 1904

Vaginulinopsis asperuliformis (Nuttall)

Crisellaria asperuliformis Nuttall, 1930, J. Paleont. *4*, No. 3, p. 282, pl. 23, figs. 9–10.

Schon bei der Behandlung von *Marginulinopsis fragraria* Gümbel wurde auf gewisse Ähnlichkeiten mit *V. asperuliformis* hingewiesen (pag. 1037). Die hier zur Diskussion stehenden Formen unterscheiden sich aber von der Gümbelschen Art vor allem in der Gestalt und den Verzierungen.

Der Anfangsteil ist wie bei *M. fragraria* planispiral. Im gestreckten Teil zeigen aber alle Kammern einen elliptischen Querschnitt. Der mehr oder weniger gebogene Dorsalrand trägt einen schmalen Saum, während die Gegenseite schwach gerundet und nie gekielt ist. Die Ansatzstellen der knötchenartigen Fortsätze sind mehr oder weniger in Längsreihen angeordnet und laufen den Suturen parallel.

Max. Länge: 2 mm, max. Breite (letzte Kammer): 1,2 mm.
Vorkommen: häufig, in allen Proben; weltweit.

Vaginulinopsis cumulicostata (Gümbel)

(Fig. 19, p. 1037)

Cristellaria cumulicostata Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl., *10*, II. Abt., p. 638, T. 1, figs. 67 a, b.

In Form und Grösse steht diese Art *V. asperuliformis* sehr nahe.

Etwa 10 Kammern bilden das Gehäuse. Ihr Querschnitt ist elliptisch. Im planispiralen Anfangsteil sind die Suturen kaum sichtbar. Sie treten im gestreckten Teil als wulstartige Rippen hervor, die nach hinten und vorn in einem Kielsaum ausklingen.

Länge: 2 mm, Breite: 1 mm.

Vorkommen: in allen Proben; Stockletten (Bayern), Ob. Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Gattung Planularia Défrancë, 1824

Planularia truncana (Gümbel)

Cristellaria truncana Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*. II. Abt., p. 639, T. 1, figs. 68 a, b.

Aus den Stadschiefern der Typlokalität konnten zwei schlecht erhaltene Individuen dieser Art isoliert werden. Die sehr platte Form ist nur im eingerollten Anfangsteil zu einem nabelartigen Gebilde verdickt. Von der bogenförmig gekrümmten, mit einem schmalen Saum versehenen Rückseite verlaufen die Suturen zuerst fast rechtwinklig ab, um dann stark gegen den Nabel abzubiegen. Die letzte Kammerwand zieht in gerader Linie von der strahligen Mündung zum gerollten Anfangsteil.

Länge: 1 mm, Breite: 0,5 mm, Dicke: ca. 0,1 mm.

Gattung Lagena Walkër und Jacob, 1798

Lagena? globosa (Montagu)

Vermiculum globosum Montagu, 1803, Testacea Britannica, p. 523, Typ-Figur: Walker & Boys, 1784, Testacea minuta rariora, p. 3, pl. 1, fig. 8.

Das kugelige Gehäuse zeigt keinerlei Verzierungen. Ein kurzer konischer Hals bildet die Mundregion.

Ob diese Form zur Gattung Lagena oder Oolina gehört, kann nicht entschieden werden.

Länge: 0,5 mm, Breite: 0,45 mm.

Vorkommen: sehr selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Eozän der Meeralpen (Nizza), Alt-Tertiär von Ägypten, Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien), Oligozän von N-Deutschland, Miozän von Polen, Pliozän von Holland, rezent (Atlantik, Mittelmeer, Pazifik).

Lagena laevis (Montagu)

Vermiculum laeve Montagu, 1803, Testacea Britannica, p. 524.

Am Anfang flach, mit kleinen Stacheln versehen, nimmt das Gehäuse alsdann eine länglich-ovale Form an und läuft in einen langen Hals aus.

Länge (ohne Hals): 0,35 mm, Breite: 0,2 mm, Länge des Halses: 0,25 mm.

Vorkommen: sehr selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Ob. Eozän der südöstlichen USA., rezent (Atlantik).

Lagena sulcata Walker und Jacob, 1798

Serpula (*Lagena*) *sulcata* Walker und Jacob, 1798, in Kanmacher, F.: «Adams Essay on the Microscope», p. 634, pl. 14, fig. 5.

Das kugelige Gehäuse läuft gegen die Mündung in eine konische Spitze aus. Etwa 16 grobe Längsrippen verzieren die Wand.

Länge: 0,3 mm, Breite: 0,25 mm.

Vorkommen: selten, Schimbergschiefer; Tertiär von Deutschland, Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien), Stockletten (Bayern), rezent (Küste von England).

Lagena striata (d'Orbigny)

Oolina striata d'Orbigny, 1839, Foraminifères. Voyage dans l'Amérique méridionale, p. 21, T. V, fig. 12.

In der Form gleicht diese Art stark *L. sulcata*, ist jedoch etwas grösser. Ca. 35–40 sehr feine Längsrippen verzieren die Gehäusewand. Bei zwei Exemplaren wurde ein Initial-Stachel festgestellt.

Länge (ohne Initial-Stachel); 0,4 mm; Breite: 0,3 mm.

Vorkommen: sehr selten, Schimbergschiefer; Eozän von Mittel-Italien; rezent (Pazifik).

FAMILIE ALVEOLINIDAE

Gattung Alveolina d'Orbigny

Alveolina sp.[3])

(Fig. 20, p. 1042)

Bemerkungen: In Dünnschliffen von Hohgantsandstein-Komponenten aus den Konglomeraten von Looegg lässt sich sehr selten eine kleine längliche Alveolina erkennen. Sie nähert sich am meisten der *A. boscii* von Peyrehorade (Hottinger, 1960, pl. 10, fig. 21), ist aber etwas grösser und länger. Typischerweise hat sie keine sekundären Logetten in der Basalschicht der Pole, was als ein Charakteristikum der *boscii*-Gruppe gilt. Ähnliche Formen, die aber nicht unbedingt der gleichen Species angehören müssen, kommen in den Faunen der Villa Marbella (Biarritz) und in Anatolien (dort zusammen mit *Neoalveolina vonderschmitti* Schweighauser) vor. Weil die Kenntnisse über diese Faunen noch sehr mangelhaft sind und man noch sehr wenig über die Abgrenzung Mitteleozän-Obereozän weiss, kann vorläufig nicht gesagt werden, ob die Alveolinen aus dem Hohgantsandstein aufgearbeitet sind oder nicht und welche stratigraphische Bedeutung ihnen allenfalls zukommt.

Vorkommen: sehr selten im Hohgantsandstein (Klimsenhorn-Gipfel und Konglomerate von Looegg).

[3]) Herr Dr. L. Hottinger hatte die Freundlichkeit, die Alveolina zu bestimmen und einige Bemerkungen anzuführen. Es sei ihm hiefür herzlich gedankt.

Fig. 20, ca. ×40

FAMILIE HETEROHELICIDAE

Unt. Familie Plectofrondicullariinae
Gattung Plectofrondicularia Liëbus, 1903

Von dieser Gattung konnten aus den Schimbergschiefern nur einige Bruchstücke isoliert werden. Während die einen Exemplare gut mit der Art *Plectofrondicularia trinitatensis* Cushman und Jarvis übereinstimmen (1929, Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *5*, p. 11, pl. 2, fig. 16), möchte ich die andern Bruchstücke mit Vorbehalt der Species *Plectofrondicularia cookei* Cushman zuordnen (1933, Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *9*, p. 11, pl. 1, fig. 26).

Vorkommen: sehr selten, Schimbergschiefer; Ob. Eozän der südöstlichen USA.

FAMILIE BULIMINIDAE

Unt. Familie Bulimininae
Gattung Bulimina d'Orbigny, 1826

Bulimina alazanensis Cushman

Bulimina alazanensis Cushman, 1927, J. Paleont. *1*, p. 161, pl. 25, fig. 4.

Diese kleinen Buliminen lassen sich leicht von den übrigen Arten unterscheiden. Das Gehäuse weist im jüngeren Teil die grösste Breite auf, läuft gegen den Anfangsteil in eine Spitze aus und ist in der Mundregion abgerundet. Wegen der Verzierung, die in longitudinalen, unregelmässigen Rippen besteht, sind die Suturen kaum sichtbar. Die Rippen zeigen im Initialteil der Gehäuse die Tendenz, als kleine Zacken hervorzutreten. Die Mündung ist ein länglicher, kommaförmiger Schlitz.

Länge: 0,4–0,5 mm, Breite: 0,3–0,35 mm.

Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Eozän von Cuba, Oligozän von Trinidad.

Eine Art, die *Bulimina alazanensis* sehr nahe steht, soll die von H. Hagn neu eingeführte *Bulimina subtruncana* sein (1954, Contr. Cushman Found. Foram. Res. *5*, part 1, p. 17, pl. 4, fig. 9). Es ist sogar möglich, dass sie identisch sind.

Anhand des spärlichen und relativ schlecht erhaltenen Materials wage ich nur eine vorläufige Entscheidung zu treffen, indem ich die vorliegenden Gehäuse als *Bulimina alazanensis* identifiziere.

Bulimina ovata d'Orbigny

Bulimina ovata d'Orbigny, 1846, Foram. fossiles du bassin tert. de Vienne, p. 185, pl. 11, figs. 13, 14.

Es liegen nur zwei kleine Individuen dieser Art vor. Die eiförmigen Gehäuse erreichen ihre grösste Breite etwa nach $^2/_3$ ihrer Gesamtlänge. Der letzte Umgang nimmt ungefähr die Hälfte der ganzen Gestalt ein. Vor allem im jüngeren Teil sind die Suturen deutlich eingesenkt. Die endständige Mündung wird von einer Lippe umgeben.

Länge: 0,45 mm, Breite: 0,3 mm.

Vorkommen: sehr selten (Alpnach-Stad 8); Eozän von Biarritz, Ungarn, Texas, Alabama; Oligozän von Mexiko; Miozän des Wiener-Beckens, Ungarns, Deutschlands; Pliozän Italiens und Spaniens; rezent (Mittelmeer, Pazifik).

Bulimina pupoides d'Orbigny

Bulimina pupoides d'Orbigny, 1846, Foram. fossiles du bassin tert. de Vienne, p. 185, pl. 11, figs. 11, 12.

Die meisten Buliminen aus den Stadschiefern, deren Wände nicht verziert, sondern nur sehr fein perforiert sind, entsprechen dieser Art. Gestalt und Grösse sind leichten Schwankungen unterworfen.

Vorkommen: häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; weltweit, Eozän bis rezent.

Bulimina truncana Gümbel

(Fig. 21, p. 1045)

Bulimina truncana Gümbel, 1869, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 644, T. II, figs. 77a, b.

H. Hagn hat in neuerer Zeit diese Art aus dem «Stratum typicum» genauestens untersucht und beschrieben (1952, 1951, 1956, siehe Lit.-Verz.). Seine Vermutung, dass die von H. Bolli (1950, Eclogae geol. Helv. *43*/2) als *Bulimina jacksonensis* Cushman identifizierten Individuen zu *Bulimina truncana* gehören, trifft zu. Fast aus allen aufgesammelten Gesteinsproben der jüngern obereozänen Schichten liegen Gehäuse vor, die ohne weiteres mit *B. truncana* verglichen werden dürfen.

In der Gestalt ähnlich *B. alazanensis*, unterscheiden sich die hier diskutierten Exemplare von Cushmans Species in wesentlichen Merkmalen.

Vom spitzen Anfangsteil an nimmt das Gehäuse an Breite zu, erreicht den grössten Durchmesser im Bereiche der letzten Kammern und rundet sich in der Mundregion stumpf ab. Nur bei wenigen Exemplaren lassen sich die Suturen gut erkennen. 10 12 Längsrippen verzieren die feinperforierte Wand. Sie verlaufen vom spitzen Anfangsteil bis zur Kammer-Windung mit dem grössten Durchmesser und klingen gegen die Mundregion aus. Diese dünnen und relativ hohen Rippen

zeigen wellige Auszackungen. Ein kommaförmiger, länglicher Schlitz bildet die Apertur, die manchmal von einer kleinen Lippe umgeben ist.

Länge: 0,7–0,8 mm, Durchmesser: 0,45–0,55 mm.

Vorkommen: selten, in allen Schichten; Stockletten (Bayern); Eozän von Varignano (Mte. Brione, Ober-Italien).

Gattung Oolina d'Orbigny, 1839

Oolina hexagona (Williamson)

Entosolenia squamosa Montagu var. *hexagona* Williamson, 1848, Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 2, *1*, p. 20, pl. 2, fig. 23.

Von Cushman (1935) aus dem Ober-Eozän von N-Amerika noch als *Lagena hexagona* bezeichnet, wird dieselbe Form von R. W. Barker (1960, Tax. Notes on the Species figured by H. B. Brady, Soc. Econ. Paleont. und Min., Spec. Publ. No. 9) unter *Oolina hexagona* eingeordnet.

Das kugelige, leicht ovale Gehäuse trägt eine markante Oberflächenverzierung. Schmale Leisten fügen sich zu kleinen gleichseitigen Sechsecken zusammen, die als Gesamtes auf der Wand den Eindruck einer Bienenwabe hervorrufen.

Durchmesser: 0,3–0,35 mm.

Vorkommen: selten, Schimbergschiefer; Ober-Eozän der südöstlichen USA.; Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien); rezent (N-Atlantik).

Gattung Fissurina Reuss, 1850

Fissurina bradyi Silvestri

Fissurina bradyi Silvestri, 1902, Mem. Pont. Acad. Rom. Nuovi Lincei *19*, p. 147.

Von H. B. Brady (1884) wurde diese Form als *Lagena orbignyana* Seguenza identifiziert. Unsere Exemplare stimmen genau mit Bradys Abbildung (pl. LIX, figs. 24a, b) überein. R. W. Barker (1960) hat diese Art in seinen «Taxonomic Notes» mit *Fissurina bradyi* bezeichnet, welchen Namen ich nun für die vorliegenden Exemplare übernehme.

Das einkammerige, glatte Gehäuse ist rund und seitlich etwas zusammengedrückt. Um die Peripherie zieht sich ein dreikieliger Saum. Die Mundregion ist äusserst minim verlängert und lässt das entosolene Röhrchen erkennen.

Länge: 0,4 mm, Breite: 0,4 mm, Dicke: 0,2 mm.

Vorkommen: sehr selten, Schimbergschiefer; rezent (Pazifik).

Fissurina gortanii (Selli)

Lagena gortanii Selli, 1944, Ann. Mus. Geol. Bologna, ser. 2, *17*, p. 53, T. I, fig. 12.

Das Gehäuse besitzt eine runde, seitlich zusammengedrückte Gestalt, deren Peripherie in einen breiten Saum ausläuft, der dreikielig sein kann. Den Zentralteil verzieren feine Längsrippchen; oft sind diese nur undeutlich sichtbar. Die beiden oft abgebrochenen Initial-Stacheln lassen sich nur erahnen. Der leicht zugespitzte Mündungsteil schliesst ein entosolenes Röhrchen in sich.

Länge: 0,7 mm; Breite: 0,55 mm; Dicke: 0,35 mm.

Vorkommen: selten, Schimbergschiefer; Eozän von Mittel-Italien.

Unt. Familie Virgulininae
Gattung Virgulina d'Orbigny, 1826

Aus den Schimbergschiefern liegt ein einzelnes Exemplar vor, das zu dieser Gattung gehört. Der triseriale Anfangsteil ist leicht gedreht. Die drei letzten Kammern – zweizeilig angeordnet – bilden die jüngere Hälfte des Gehäuses. Die Suturen sind leicht eingesenkt.

Länge: 0,5 mm; Breite: 0,2 mm.

Fig. 21. *Bulimina truncana* Gümbel

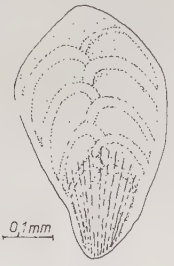


Fig. 22. *Bolivina vaceki* Schubert

Fig. 23. *Uvigerina eocaena* Gümbel

Gattung Bolivina d'Orbigny, 1839

Bolivina semistriata Hantken

Bolivina semistriata Hantken, 1868, Magy. Földt. Társ. Munkálátai *4*, p. 95, pl. 2, figs. 34a, b.

Diese langen, schlanken Bolivinen zeigen durchwegs einen rundlichen Querschnitt. Die Kammern nehmen rasch an Grösse zu und sind im erwachsenen Stadium eher höher als lang. Die von Anfang an deutlich erkennbaren Suturen werden im jüngeren Gehäuseteil leicht eingesenkt. Über den Anfangsteil des Gehäuses ziehen sich feine Längs-Streifen. Die Wand als solche ist feinperforiert. Am innern Rand der letzten Kammer liegt die breite Mündung.

Länge: 0,7–0,8 mm; Diameter: 0,15 mm.

Vorkommen: sehr selten, in allen Proben; Ober-Eozän Ungarns, des Mte. Brione (Ober-Italien); Biarritz; Stockletten (Bayern).

Bolivina vaceki Schubert

(Fig. 22, p. 1045)

Bolivina vaceki Schubert, 1902, Pal. Geol. Inst. Univ. Wien, *14*, pl. 1, fig. 29.

Meist sind die zarten Gehäuse nicht vollständig erhalten. Auch das abgebildete Exemplar weist eine abgebrochene letzte Kammer auf.

Vom Anfangsteil an nimmt das Gehäuse ständig an Breite zu, erreicht die grösste Ausdehnung im Bereich der jüngsten Kammern und rundet sich in der Mündungsregion ab. Die Suturen aus hyaliner Substanz laufen in der Mitte des Gehäuses zu einer leichten Rippe zusammen, während sie an der Peripherie in einem Saum ausklingen. Die Wand ist feinperforiert und trägt sehr feine Längs-Rippchen, die sich im Initialteil deutlich abheben und ungefähr in der Mitte des

Gehäuses verschwinden. Die Mündung konnte an keinem Exemplar beobachtet werden.

Länge: um 0,5 mm; Breite: ca. 0,3 mm; Dicke: 0,1 mm.

Vorkommen: selten, durchgehend; Eozän (Ober-Italien), Stockletten (Bayern), Biarritz (Frankreich).

Unt. Familie Reussellinae
Gattung Reussella Galloway, 1933

Reussella eocena (Cushman)

Reussia eocena Cushman, 1933, Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *9*, p. 13, pl. 1, fig. 25.

Die grösste Breite dieser Gehäuse (knapp oberhalb der Hälfte) beträgt immer ungefähr $^2/_3$ der Länge. Vom spitzen Anfangsteil an verbreitert sich die Gestalt pyramidenförmig, um gegen die Mündung hin wieder schmaler zu werden. Der Querschnitt zeigt immer ein gleichseitiges Dreieck, im Bereich der ältern Kammern mit scharfen Kanten und flachen bis leicht konkaven Seiten, im adulten Bereich mit gerundeten Kanten und stark konkaven Seiten. Die Mündung befindet sich am innern Rand der letzten Kammer.

Länge: 0,6–0,8 mm; grösste Breite: 0,5 mm.

Vorkommen: selten, Schimbergschiefer; Ober-Eozän der südöstlichen USA.

Unt. Familie Uvigerininae
Gattung Hopkinsina Howe und Wallace, 1933

Hopkinsina acuto-costata Hagn

Hopkinsina acuto-costata Hagn, 1956, Palaeontographica *107*, Abt. A, p. 151, T. 13, fig. 13.

Unsere Exemplare stimmen in allen Einzelheiten mit der Art aus dem oberitalienischen Vorkommen überein.

Länge: 0,6 mm; Breite: 0,4 mm; Dicke: 0,35 mm.

Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Ober-Eozä ndes Mte. Brione (Ober-Italien), Stockletten (Bayern).

An dieser Stelle möchte ich auf die Ähnlichkeit von *H. acuto-costata* mit *Euuvigerina yazooensis* hinweisen. Jedenfalls beschreibt J. Hofker aus dem Ober-Eozän von Ecuador (1956, J. Paleont. *30*, Nr. 4, p. 927, fig. 52) eine Form als *Euuvigerina yazooensis* Cushman, die in ihren Einzelheiten der neuen *Hopkinsina*-Art von Hagn entspricht.

Gattung Uvigerina d'Orbigny, 1826

Uvigerina chirana Cushman und Stone

Uvigerina chirana Cushman und Stone, 1947, Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. 20, p. 17, pl. 2, fig. 25.

Das spindelförmige Gehäuse wird von ziemlich gewölbten Kammern aufgebaut, die ihrerseits durch deutliche Nähte getrennt sind. Feine Knötchen bedecken die ganze Oberfläche. Auf einem schlanken Hals sitzt die Mündung.

Länge: 0,5–0,7 mm; Breite: 0,25–0,4 mm.

Vorkommen: selten, Schimbergschiefer; Stockletten (Bayern); Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien); Eozän der «Chira-Shale» (Peru).

Uvigerina eocaena Gümbel

(Fig. 23, p. 1045)

Uvigerina eocaena Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 645, T. 2, fig. 78.

In ihrer Gestalt ziemlich veränderlich zeigen die Exemplare doch immer die Merkmale der von Gümbel erstmals erwähnten Art. Die eiartige Form ist im Anfangsteil zugespitzt, erreicht ihre grösste Ausdehnung ungefähr in der Mitte und rundet sich in der Mundregion stumpf ab. Die Kammern sind wenig gewölbt und weisen vor allem im Endteil leicht eingesenkte Suturen auf. 10–16 kräftige, wellige Längs-Rippen verzieren die Oberfläche; nur die Wände der letzten Kammerwindung sind glatt. Auf einem gut ausgebildeten Hals sitzt die Mündung.

Länge: um 0,7 mm; grösste Breite: 0,55 mm.

Vorkommen: relativ häufig, in sämtlichen Proben; Stockletten (bayerische Alpen); Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Uvigerina nuttalli Cushman und Edwards

Uvigerina nuttalli Cushman und Edwards, 1938, Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *14*, p. 82, pl. 14, figs. 3–5.

Die wenigen feingerippten Exemplare lassen sich gut mit dieser Art vergleichen.

Länge: 0,5–0,6 mm; Breite: 0,3–0,4 mm.

Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone (Bi den Chilchsteinen, Looegg 32); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien), Unter-Oligozän des karibischen Raumes.

Gattung Stilostomella Guppy, 1894

Stilostomella kressenbergensis (Gümbel)

(Fig. 24, p. 1048)

Nodosaria kressenbergensis Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 609, T. 1, fig. 12.

Da kein Gehäuse vollständig erhalten scheint, kommt in der Figur ein Exemplar zur Wiedergabe, das wenigstens das Jugendstadium dieser Art zeigt.

Wie aus den verschiedenen Bruchstücken ersichtlich, bestehen die ganzen Gehäuse aus ca. 8 kugeligen Kammern. Nur die ersten zwei werden durch eine relativ seichte Einschnürung geschieden. Im übrigen können als Suturen zylindrische Zwischenstücke beobachtet werden, die die ungefähr gleich grossen Kammern voneinander trennen. Kriterien für das Erkennen dieser Art sind folgende: Die zweitälteste Kammer ist immer ein wenig kleiner als die Embryonalkammer, die eine kurze Spitze trägt.

Länge einer Kammer: um 0,3 mm.

Durchschnittliche Breite: 0,25–0,3 mm.

Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone (im Raum Looegg); Stockletten (Bayern), Ober-Eozän des Mte. Brione.

Stilostomella intermedia (Hantken)

Dentalina intermedia Hantken, 1875, Mitt. 36, k. ungar. Geol. Anst., p. 30, T. 3, figs. 4, 8.

Ein einziges Individuum dieser Art liegt aus den Schimbergschiefern vor.

Das langgestreckte, gebogene Gehäuse besteht aus 10 Kammern, deren erste 5 allmählich an Grösse zunehmen und nur durch undeutliche Suturen geschieden sind. Tief eingesenkte Nähte trennen dann aber die letzten 5 kugeligen Kammern, deren Grösse und Gestalt nur minim variiert. Die Mundregion ist in eine kurze Röhre ausgezogen.

Länge: 2 mm; Durchmesser der letzten Kammer: 0,35 mm.

Vorkommen: 1 Exemplar Schicht 13 des Looegg-Profils; Kleinzeller Tegel (Ungarn); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Fig. 24. *Stilostomella kressenbergensis* (Gümbel)

Fig. 25. *Stilostomella*? *resupinata* (Gümbel)

Fig. 26. *Stilostomella tumidiuscula* (Gümbel)

Stilostomella? *resupinata* (Gümbel)

(Fig. 25, p. 1048)

Nodosaria resupinata Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 615, T. 1, figs. 24a, b.

Ein ganzes Gehäuse ist nicht vorhanden. Trotzdem lassen sich die wenigen vorliegenden Exemplare dieser eigentümlichen Art zuordnen.

Die Bruchstücke bestehen immer aus drei Kammern. Die Embryonalkammer ist kugelig und ihr Durchmesser übertrifft denjenigen der nachfolgenden, walzenartigen Kammern.

Anhand des vorhandenen Materials kann nicht entschieden werden, zu welcher Gattung unsere Exemplare gehören. Ich übernehme den Gattungsnamen von H. Hagn (1956, Palaeontographica *107*, Abt. A).

Länge der 3 Kammern: 1 mm.
Durchmesser der Embryonalkammer: 0,22 mm.
Vorkommen: selten, unt. *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Stockletten (Bayern), Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Stilostomella tumidiuscula (Gümbel)

(Fig. 26, p. 1048)

Nodosaria tumidiuscula Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 610, T. 1, fig. 14.

7–8 länglichrunde bis kugelige Kammern bilden das langgestreckte, fast gerade Gehäuse. Während die Suturen im Anfangsteil kaum vertieft sind, bilden sie gegen die Mündung zu zylindrische Zwischenteile. Eine Röhre bildet die einfache Mündung.
Länge: 2–2,2 mm; Durchmesser der letzten Kammer: 0,3–0,35 mm; Dicke des Anfangsteils: 0,15–0,2 mm.
Vorkommen: selten, Schimbergschiefer; Nummuliten-Mergel von Hammer (Bayern).

FAMILIE ELLIPSOIDINIDAE

Gattung Pleurostomella Reuss, 1860

Pleurostomella acuta Hantken

Pleurostomella acuta Hantken, 1875, Mitt. Jb. k. ungar. Geol. Anst. *4*, p. 44, T. 13, fig. 18.

Länge: 0,7 mm; Breite: 0,3 mm.
Vorkommen: relativ häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Ofener Mergel (Ungarn); Eozän der Meeralpen, von Mittel-Italien, des Mte. Brione (Ober-Italien), Stockletten (Bayern).

Pleurostomella eocaena Gümbel

(Fig. 27, p, 1050)

Pleurostomella eocaena Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 630, T. 1, figs. 53a, b.

Die schlanken Gehäuse werden von 8–9 gewölbten Kammern aufgebaut, die vom gerundeten Anfangsteil an allmählich an Grösse zunehmen. Die Nähte verlaufen schief und sind vertieft. Die länglich runde Septalfläche trägt an ihrem distalen Ende die ovale Mündung.
Länge: 1,2–1,5 mm; Breite: max. 0,25 mm.
Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone (Looegg); Stockletten (Bayern).
Es mag auffallen, dass die aus meinen Proben beschriebenen Individuen kleiner sind als diejenigen von Gümbel. H. Hagn, der sich mit der Fauna aus den Stockletten eingehend befasst, erachtet aber die von Gümbel gemessenen Werte als allgemein zu hoch.

Pleurostomella incrassata Hantken

Pleurostomella incrassata Hantken, 1884, Math. u. Naturw. Ber. Ungarn *2*, p. 146, T. 1, figs. 4, 7.

5 gewölbte Kammern bauen das Gehäuse auf. Der Anfangsteil ist abgerundet und kaum merklich weniger breit als der jüngere Gehäuseteil. Die Suturen verlaufen sehr schief und sind leicht vertieft. Am obern Ende der Septalfläche sitzt die ovale Mündung.

Länge: 1,3 mm; grösster Diameter: 0,5 mm.

Vorkommen: häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Eozän der Meeralpen; Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Pleurostomella rapa Gümbel

(Fig. 28, p. 1050)

Pleurostomella rapa Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 630, fig. 54.

Diese kurze und dicke Form besteht aus 5 Kammern, deren letzte die Hälfte des ganzen Gehäuses ausmacht. Die schief verlaufenden Suturen sind leicht vertieft. Im obern Teil der ovalen Mündungsfläche sitzt die spaltartige Apertur.

Länge: 0,8 mm; Breite: 0,45 mm; Dicke: 0,4 mm.

Vorkommen: sehr selten, Alpnachstad 8; Stockletten (Bayern); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

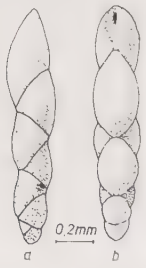


Fig. 27. *Pleurostomella eocaena* Gümbel

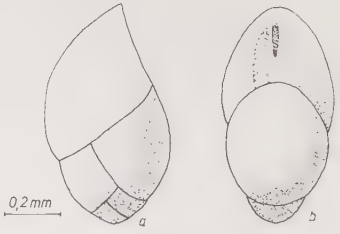


Fig. 28. *Pleurostomella rapa* Gümbel

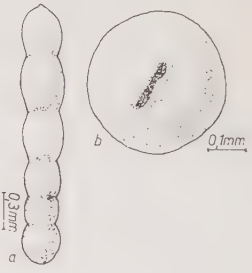


Fig. 29. *Nodosarella tuberosa* (Gümbel)

Gattung Nodosarella Rzehak, 1895

Nodosarella tuberosa (Gümbel)

(Fig. 29, p. 1050)

Lingulina tuberosa Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 629, T. 1, figs. 52a, b.

Alle Individuen werden von 6 einzeilig angeordneten Kammern aufgebaut. Die Gestalt der Kammern variiert von kugelig bis länglich oval. Auch die Tiefe der Suturen bleibt nicht immer gleich. Auf dem Scheitel der letzten Kammer befindet sich als Apertur ein schmaler, meist leicht gebogener Schlitz, dessen Rand auf einer Seite leicht erhöht ist.

Länge: 2,2 mm; Durchmesser: 0,4 mm.

Vorkommen: selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Stockletten (Bayern); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

FAMILIE ROTALIIDAE

Unt. Familie Discorbinae
Gattung Valvulineria Cushman, 1926

Valvulineria wittpuyiti van Bellen

Valvulineria wittpuyiti van Bellen, 1941, Proc. Nederl. Akad. Wetensch., *44*, p. 999, figs. 17a–c.

Fast in allen Proben wurden Individuen festgestellt, die dieser Art zuzuordnen sind.

Durchschnittlicher Durchmesser: 0,7 mm.

Durchschnittliche Höhe: 0,3 mm.

Vorkommen: selten, in allen Proben; Eozän von Dalmatien und des Mte. Brione (Ober-Italien).

Gattung Gyroidinoides Brotzen, 1942

Gyroidinoides girardana (Reuss)

Rotalina girardana Reuss, 1851, Z. dtsch. geol. Ges. *3*, p. 73, pl. 5, fig. 34.

Die von Reuss aus dem Oligozän (Septarienton) von Deutschland bestimmte Art lässt sich gut mit Individuen aus Proben des Looegg-Profils vergleichen.

Die Exemplare weisen einen ziemlich offenen Nabel auf. Die Umbilical-Lippen sind meist nur angedeutet.

Durchmesser: 0,7–0,8 mm; Höhe: 0,6–0,65 mm.

Vorkommen: relativ häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone (Raum Looegg); Eozän–Oligozän (weltweit).

Gyroidinoides soldanii (d'Orbigny) *octocamerata* (Cushman und Hanna)

Gyroidina soldanii d'Orbigny subsp. *octocamerata* Cushman und Hanna, 1927, Proc. Calif. Acad. Sci., ser. 4, *16*, p. 223, pl. 14, figs. 16–18.

Der letzte Umgang wird – wie aus dem Namen hervorgeht – in den meisten Fällen von 8 Kammern aufgebaut. Es liegen aber auch Formen vor, die im letzten Umgang nur 7 Kammern aufweisen. Die Artmerkmale stimmen aber im übrigen gut überein, so dass sämtliche Individuen dieser Subspecies zugeordnet werden können.

Durchmesser: 0,5 mm; Höhe: 0,35–0,4 mm.

Vorkommen: häufig, durchgehend; Eozän (weltweit).

Gattung Rotaliatina Cushman, 1935

Rotaliatina sp.

(Fig. 30, p. 1052)

Das einzige Exemplar dieser eigentümlichen Gattung zeigt folgende Merkmale: Drei Windungen bauen das trochospirale Gehäuse auf. Die Kammern nehmen

stetig an Grösse zu und werden erst im letzten Umgang, der aus 6 Kammern besteht, durch eingesenkte Suturen voneinander geschieden. Die schlitzförmige Öffnung sitzt zwischen der Basis der letzten Kammer und der vorhergehenden Windung.

Höhe: 0,56 mm; Durchmesser des letzten Umgangs: 0,51 mm.

Fig. 30. *Rotaliatina sp.*

Unt. Familie Rotaliinae
Gattung Eponides Montfor, 1808

Eponides umbonatus (Reuss)

Rotalina umbonata Reuss, 1851, Z. dtsch. geol. Ges., *3*, p. 75, pl. 5, fig. 35.

Durchmesser: 0,6 mm; Dicke: um 0,45 mm.

Vorkommen: sehr selten, in allen Proben; Eozän bis rezent (weltweit).

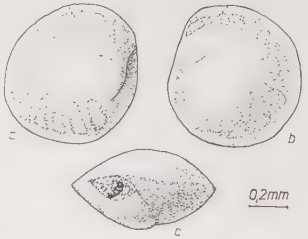


Fig. 31. *Osangularia pteromphalia* (Gümbel)

Gattung Osangularia Brotzen, 1942

Osangularia pteromphalia (Gümbel)

(Fig. 31, p. 1052)

Rotalia pteromphalia Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 651, T. 2, figs. 88a, b, c.

H. Hagn (1956, Palaeontographica *107*, Abt. A, p. 164) hat die amerikanische *Osangularia mexicana* Cole mit der Art aus dem bayrischen Eozän verglichen und keine Unterschiede festgestellt. Die von H. Bolli (1950, Eclogae geol. Helv. *43/2*) aus den Stadschiefern als *Parella mexicana* identifizierten Exemplare entsprechen gemäss meinen eigenen Aufnahmen ebenfalls der Gümbelschen Art. Die Individuen weisen neben den typischen Artmerkmalen immer einen deutlich ausgebildeten

Kiel-Saum auf. Betrachtet man die Gehäuse unter Wasser, so heben sich die dunkeln Kammern deutlich von der helleren Sutur ab.

Durchmesser: 0,6–0,8 mm; Dicke: 0,3–0,4 mm.

Vorkommen: häufig, durchgehend; Stockletten (Bayern), Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

FAMILIE AMPHISTEGINIDAE

Gattung Asterigerina d'Orbigny, 1839

Asterigerina sp.

Obwohl fast aus allen Proben Asterigerinen isoliert werden konnten, war es nicht möglich, die Individuen eindeutig einer Species zuzuordnen. Auf Grund der unterschiedlichen Gestalt müssen aber bestimmt zwei Arten vorliegen:

1. Gehäuse linsenförmig, Durchmesser 1,5 mm, Höhe ca. 0,8 mm. Hier könnte es sich um *Asterigerina rotula* (Kaufmann) handeln (1867, Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz, p. 150, T. 8, figs. 19a–e).
2. Gehäuse glockenförmig, Durchmesser ca. 0,8 mm, Höhe ca. 0,7 mm. Diese Exemplare dürften eventuell mit *Asterigerina campanella* (Gümbel) verglichen werden (1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 650, T. 2, figs. 86a–e).

FAMILIE CASSIDULINIDAE

Gattung Cassidulina d'Orbigny, 1826

Cassidulina globosa Hantken

Cassidulina globosa Hantken, 1875, Mitt. Jb. k. ungar. geol. Anst. *4*, p. 64, T. 16, figs. 2a, b.

Diese häufig vorkommende Art wurde von Hantken aus den «*Clavulinoides szaboi*-Schichten» beschrieben. Unsere Individuen stimmen mit dieser Species überein.

Grösster Durchmesser: 0,5 mm.

Vorkommen: häufig, durchgehend; Kleinzeller Tegel (Ungarn); Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien); Stockletten (Bayern).

FAMILIE CHILOSTOMELLIDAE

Gattung Pullenia Parker und Jones, 1862

Pullenia duplicata Stainforth

Pullenia duplicata Stainforth, 1949, J. Paleont. *23*, p. 436.

Die Individuen dieser Art unterscheiden sich von den übrigen vor allem durch ihre kugelige Form, die niedrige Septalfläche und die Apertur, die sich der ganzen Basis der Septalfläche entlangzieht.

Durchmesser: 0,5 mm; Dicke: 0,45 mm.

Vorkommen: sehr selten, Schimbergschiefer; Eozän–Oligozän des karibischen Raumes, Europas.

Formen die *P. duplicata* stark gleichen, sind *P. bulloides* d'Orbigny und *P. eocenica* Cushman und Siegfus.

Pullenia quinqueloba (Reuss)

Nonionina quinqueloba Reuss, 1851, Z. dtsch. geol. Ges., *3*, p. 71, pl. 5, fig. 31.

Im Gegensatz zu *P. duplicata* sind die Formen dieser Art seitlich zusammengedrückt.

Durchmesser: 0,5–0,6 mm; Dicke: 0,35–0,45 mm.

Vorkommen: häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Eozän bis Pliozän (weltweit).

Wie J. P. Beckmann (1954, Eclogae geol. Helv. *46*/2) aus Proben von Barbados konnte auch ich Übergangsformen von *P. duplicata* zu *P. quinqueloba* feststellen.

FAMILIE ANOMALINIDAE

Der Aufzählung und Beschreibung dieser Familie möchte ich vorausschicken, dass sowohl Mündungsverhältnisse als auch andere Details der vorliegenden Formen meist einen schlechten Erhaltungszustand aufweisen. Demzufolge war es nicht möglich, sämtliche Individuen einzugliedern. Es bleibt zukünftigen Studien vorbehalten, anhand bessern Materials sämtliche Anomaliniden-Species zu erfassen.

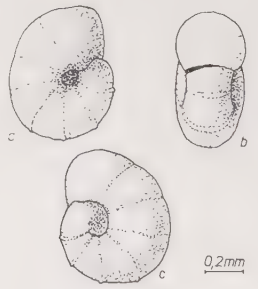


Fig. 32. *Anomalinoides cf. calymene* (Gümbel)

Gattung Anomalinoides Brotzen, 1942

Anomalinoides cf. *calymene* (Gümbel)

(Fig. 32, p. 1054)

Rosalina calymene Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 658, T. 2, figs. 100a–c.

Die rundlich-gedrungenen Gehäuse scheinen bilateral-symmetrisch. Das Charakteristikum dieser Art ist nach Gümbel die leistenartige Ausbildung der Nähte. Bei unserm Material fällt auf, dass die letzten 3–4 Kammern immer durch leicht eingesenkte Suturen geschieden werden; nur die Nähte der ältern Kammern des letzten Umgangs sind wulstartig erhöht. Sehr wahrscheinlich sind diese

Leisten oft noch leicht erodiert, so dass sie (siehe Fig. 32) kaum in Erscheinung treten. Die Wand ist grobperforiert.

Durchmesser: 0,6–0,8 mm; Dicke: 0,3–0,4 mm.

Vorkommen: selten, in allen Proben; Stockletten (Bayern); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Gattung Planulina d'Orbigny, 1826

Planulina compressa (Hantken)

Truncatulina compressa Hantken, 1875, Mitt. Jb. k. ungar. Geol. Anst., *1*, p. 72, T. 8, figs. 8a–b.

In der Gestalt mit *P. costata* zu verwechseln, unterscheidet sich *P. compressa* von jener in einem leicht erkennbaren Merkmal: beide Seiten sind evolut.

Durchmesser: 0,5 mm; Dicke: 0,05–0,1 mm.

Vorkommen: sehr selten, Schimbergschiefer; Kleinzeller Tegel (Ungarn); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Planulina costata (Hantken)

Truncatulina costata Hantken, 1875, Mitt. Jb. k. ungar. Geol. Anst., *1*, p. 73, T. 9, figs. 2a, b.

Durchmesser: 0,6–0,8 mm; Dicke: 0,15–0,2 mm.

Vorkommen: selten, durchgehend; Eozän–Oligozän der Alpen, S-Europas.

Gattung Cibicides Montfort, 1808

Cibicides ammophilus (Gümbel)
(Fig. 33, p. 1055)

Rotalia ammophila Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 652, T. 2, figs. 90a, b.

Diese Formen sind durch die Ausbildung eines abgerundeten Kiels gekennzeichnet. Die Umbilicalseite ist gewölbt und senkt sich gegen das Zentrum ein, während die Spiralseite abgeflacht erscheint. Auf der Umbilicalseite können in $1^1/_2$ Umgängen bis 17 Kammern beobachtet werden, deren Suturen schwach eingesenkt sind. Die Mündung ist mit einer kaum sichtbaren Lippe versehen.

Durchmesser: 0,7–0,9 mm; Dicke: um 0,3 0,4 mm.

Vorkommen: häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Stockletten (Bayern); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

Fig. 33. *Cibicides ammophilus* (Gümbel)

Cibicides dalmatinus van Bellen

Cibicides dalmatina van Bellen, 1941, Proc. Ned. Akad. Wetensch., *44*, p. 1002, fig. 30.

Durchmesser: 0,6–0,7 mm; Dicke: 0,3–0,4 mm.

Vorkommen: selten, Schimbergschiefer; Eozän von Dalmatien, Mte. Brione; Oligozän N-Deutschlands.

Cibicides eocaenus (Gümbel)

(Fig. 34, p. 1056)

Rotalia eocaena Gümbel, 1868, Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt., p. 650, T. 2, figs. 87a, b.

Die Gehäuse sind rund und bikonvex, wobei die Dorsalseite in der Regel ein bisschen weniger hoch ist als die Ventralseite. Auf der weniger gewölbten Seite zeichnen sich deutlich $2^1/_2$ bis 3 Umgänge ab, aber nur im letzten sind die Kammersuturen sichtbar. Gümbel gibt für die letzte Windung 12–15 Kammern an; unsere Exemplare weisen aber nur deren 8–10 auf (vgl. hiezu H. Hagn, 1956, Palaeontographica *107*, Abt. A, p. 180). Bei allen Individuen ist ferner im Zentrum der involuten Seite ein deutlicher Nabel ausgebildet.

Durchmesser: 0,7–0,8 mm; Dicke: 0,4–0,5 mm.

Vorkommen: selten, durchgehend; Stockletten (Bayern); Ober-Eozän des Mte. Brione (Ober-Italien).

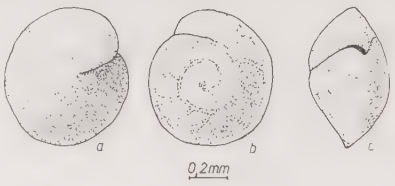


Fig. 34. *Cibicides eocaenus* (Gümbel)

FAMILIE GLOBIGERINIDAE

Unt. Familie Globigerininae
Gattung Globigerina d'Orbigny, 1826

Globigerina cf. *ampliapertura* Bolli

(T. III, Fig. 4a–c)

cf. Globigerina ampliapertura Bolli, 1957, U. S. Nat. Mus. Bull., 215, p. 108, p. 164, pl. 22, figs. 4a–7b, pl. 36, figs. 8a–c.

Bemerkungen: Da nur 2 schlecht erhaltene Exemplare vorliegen, kann keine befriedigende Diagnose gestellt werden. Nach Bolli, 1957, und Banner und Blow, 1962, soll eine Evolutions-Reihe von *Globorotalia centralis* Cushman und Bermudez zu *Globigerina ampliapertura* bestehen. Unsere Form zeigt noch leichte Anklänge an *Globorotalia centralis*, weicht aber doch schon so stark von dieser Art ab, dass sie eher gegen *G. ampliapertura* hinweist.

Durchmesser: 0,36 mm; Höhe: 0,28 mm.

Vorkommen: sehr selten, oberste *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globigerina corpulenta Subbotina

(T. III, Fig. 5a–c, 6a–e)

Globigerina corpulenta Subbotina, 1953, Trudy VNIGRI, No. 76, Teil I, p. 93–96, pl. IX, figs. 5a–7c, pl. X, 1a–4b.

Diagnose: Die Gehäuse sind mittel- bis grosswüchsig und werden von 12–16 in 3–4 Umgängen angeordneten Kammern aufgebaut. Die Windungen der Dorsalseite bilden eine hohe Trochospirale; ebenso ist die Ventralseite stark konvex. Die kugelförmigen Kammern nehmen stetig an Grösse zu. Während die Kammer-Suturen der älteren Windungen recht deutlich, aber nur wenig eingesenkt sind, werden sie speziell im letzten Umgang stark vertieft. Dieser Umstand bewirkt die Ausbildung eines grossen und tiefen Umbilicus. Bei sehr vielen Individuen tritt eine Bulla-artige Kammer auf, deren Lage und Dimensionen bei den einzelnen Individuen variiert. Diese Bullae sind immer mindestens auf 2 Seiten mit den Kammern des letzten Umgangs verwachsen, und ihre Wand ist im allgemeinen halb so dick wie diejenige des Gehäuses. Ausserdem weisen sie viel feinere Poren und eine glatte Oberfläche auf; hingegen ist die übrige Gehäusewand grob perforiert und rauh.

Durchmesser: 0,45–0,7 mm; Höhe: 0,35–0,55 mm.

Bemerkungen: Diese aus dem Ober-Eozän des Kaukasus zum erstenmal beschriebene Art kann trotz der häufigen Ausbildung einer Bulla-artigen Kammer nicht zur Gattung Globigerinita gerechnet werden, kommen doch Individuen vom reinen Globigerina-Typus recht oft vor. Dank der hohen Trochospirale und den stark vertieften Suturen lassen sich Exemplare dieser Art leicht von den andern Globigerinen unterscheiden.

Vorkommen: selten, Zone a) (Schimbergschiefer) ohne Bulla; häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone, meist mit Bulla («vessie natatoire» nach Sigal).

Globigerina linaperta Finlay

(T. III, Fig. 1a–c, 3a–d)

Globigerina linaperta Finlay, 1939, Roy. Soc. New Zealand, Trans. Proc. *69*, p. 125, pl. 1.

Diagnose: Diese Art gehört zu den kleinsten Globigerinen, die aus den obereozänen Globigerinen-Schiefern der Randkette vorliegen. Das Gehäuse wird von ca. 10 Kammern aufgebaut, die auf der Dorsalseite in $2^1/_2$ Windungen und praktisch in einer Ebene angeordnet sind. Die niedrige Trochospirale konnte in den wenigsten Fällen deutlich festgestellt werden. Die konvexe Ventralseite zeigt nur die drei jüngsten Kammern, von denen vor allem die letzte stark aufgebläht erscheint. Während die Suturen der ältern Kammern meist kaum sichtbar sind, werden sie im letzten Umgang etwas stärker eingesenkt und sind speziell auf der Ventralseite deutlich vertieft. Als besonderes Charakteristikum dieser Art darf die Mündung gelten. Sie erstreckt sich vom Konvergenz-Punkt der letzten drei Kammern gegen die Peripherie und ist mit einer ebenmässigen Lippe versehen, die oft ein wenig bis über die drittletzte Kammer hängt und so die eigentliche Apertur vollständig überdeckt. Die Wand ist grob perforiert, jedoch fast glatt.

Durchmesser: um 0,35 mm; Höhe: 0,28 mm.

Bemerkungen: Unsere *G. linaperta* Finlay entspricht der von Blow und Banner (1962) als *G. linaperta linaperta* angeführten Art.

Vorkommen: häufig, Schimbergschiefer-Zone a) ohne *Globigerapsis semi-involuta;* selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globigerina ouachitaensis Howe nnd Wallace

(T. III, Fig. 2a–c)

Globigerina ouachitaensis Howe und Wallace, 1932, Louisiana Dep. Cons., Geol. Bull., No. 2, p. 74, pl. 10, fig. 7.

Diagnose: Dies ist die kleinste aller Globigerina-Arten, die aus den obereozänen Globigerinen-Schiefern der helvetischen Randkette bestimmt wurden. 12 Kammern, in drei Umgängen angeordnet, formen das auf der Dorsalseite stark trochospirale Gehäuse. Die Ventralseite ist, den tiefen Umbilicus ausgenommen, konvex. Die kugelartigen Kammern nehmen rasch und stetig an Grösse zu. Sowohl Spiral- als auch Interkammeral-Suturen sind deutlich vertieft. Am zentralen innern Rande der letzten Kammer liegt die halbkreisförmige Apertur. Relativ feine Poren durchbrechen die Wand, die eine leicht stachelige Oberfläche aufweist.

Durchmesser: 0,28 mm; Höhe: um 0,2 mm.

Bemerkungen: Die Individuen lassen sich wegen ihrer geringen Grösse, des beinahe symmetrischen Aufbaus des letzten Umgangs und des quadratischen Umbilicus mit der zentral gelegenen Apertur leicht von andern Arten unterscheiden.

Vorkommen: sehr selten, Alpnach-Stad 8 (2 Exemplare), *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globigerina praebulloides occlusa Blow und Banner

(T. IV, Fig. 2a–d)

Globigerina praebulloides occlusa Blow und Banner, 1962, Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation, p. 94, pl. IX, figs. u–w.

Diagnose: 10–12 Kammern in 2–3 Umgängen bauen die relativ kleinen Gehäuse auf. Die Dorsalseite ist niedrig trochospiral, die Ventralseite stark konvex. Die Kammer-Gestalt ist leichten Schwankungen unterworfen, wechselt sie doch von hemisphärisch über kugelig zu oval. Die Suturen sind stark eingesenkt. Die kleine Umbilikalregion ist gut begrenzt und mässig tief. Die letzte Kammer trägt in der Mitte ihres inneren Randes die halbkreisförmige Apertur, die nie mit einer Lippe versehen ist. Die Schalenwand ist verhältnismässig dick, mittelgrob perforiert und stachelig.

Durchmesser: 0,4–0,5 mm; Höhe: 0,3–0,35 mm.

Bemerkungen: Die andern Varietäten von *G. praebulloides* (*G. praebulloides praebulloides, G. praebulloides leroyi*), die Blow und Banner aus E-Afrika anführen, konnten im Helvetikum nicht gefunden werden.

Vorkommen: häufig, Zone a) (Schimbergschiefer); selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globigerina pseudoeocaena compacta Subbotina

(T. IV, Fig. 1a–e)

Globigerina pseudoeocaena var. *compacta* Subbotina, 1953, Trudy VNIGRI, No. 76, p. 82, pl. V, figs. 3a–4c.

Bemerkungen: Subbotina erwähnt in der Beschreibung von *G. pseudoeocaena* eine hohe Trochospirale. Alle Abbildungen zeigen aber eine nur wenig konvexe Dorsalseite. Ausserdem stimmen die Dimensionen der Zeichnungen nicht mit den Angaben im Text überein. So beträgt die Höhe des auf pl. V, fig. 4e abgebildeten Individuums über 0,3 mm, während im Text für die Höhe 0,18 0,2 mm angegeben wird. Im übrigen stimmen aber unsere Individuen mit der Beschreibung und den Abbildungen dieser kaukasischen Art überein.

Durchmesser: 0,45–0,5 mm; Höhe: 0,3 ca mm.

Vorkommen: selten, Zone a) (Schimbergschiefer).

Globigerina tripartita tripartita Koch

(T. IV, Fig. 3a–c)

Globigerina bulloides var. *tripartita* Koch, 1926, Eclogae geol. Helv. *19*, No. 3, p. 746, figs. 21a, b.
Globigerina tripartita tripartita Koch, in Eames, Banner, Blow und Clarke, 1962, Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation, p. 96, pl. X, figs. A–F.

Diagnose: 10–12 Kammern in $2^1/_2$–3 Umgängen bauen die grossen gedrungenen Gehäuse auf. Einer schwach konvexen Spiralseite mit niedriger Trochospirale steht eine stark konvexe Umbilicalseite gegenüber. Sind die Kammer-Suturen am Anfang nur undeutlich, so werden sie vor allem im letzten Umgang eingesenkt. Im Konvergenz-Punkt der drei mehr oder weniger zusammengedrückten Kammern des letzten Umgangs liegt der enge und tiefe Umbilicus. Die Mündung liegt am Basal-Rand der letzten Kammer und ist meist scharf von einem zahnartigen Vorsprung begrenzt. Es konnten auch Individuen mit einer kleinen Bulla beobachtet werden. Die Gehäusewand ist ziemlich dick, mittelgrob perforiert und leicht stachelig. In der Umbilical-Region ist die stachelige Ausbildung der Wandung am stärksten ausgeprägt, weil die Stacheln dort wahrscheinlich am besten geschützt waren.

Durchmesser: max. 0,65 mm; Höhe: max. 0,5 mm.

Bemerkungen: Diese Art zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit *Globigerina venezuelana*, unterscheidet sich aber von jener in einer andern Ausbildung des letzten Umgangs: *G. tripartita* weist immer nur drei Kammern auf (*G. venezuelana* vier), die zudem seitlich leicht zusammengedrückt sind.

Vorkommen: selten, Zone a) (Schimbergschiefer); häufig, *Globigerapsis semiinvoluta*-Zone.

Globigerina venezuelana Hedberg

(T. V, Fig. 1a–d)

Globigerina venezuelana Hedberg, 1937, J. Paleont. *11*, No. 8, p. 681.

Diagnose: Das Gehäuse zeigt beinahe Kugelform. 3 Windungen bilden eine wenig hohe Trochospirale. Auf der Umbilicalseite sind die drei bis vier jüngsten, leicht aufgeblähten Kammern sichtbar. Jeder Umgang zählt vier Kammern, welche durch deutlich vertiefte Suturen getrennt werden. Die letzten Kammern

sind im allgemeinen eher höher und länger als breit. Der Umbilicus ist verhältnismässig klein, und die Apertur liegt in der Tiefe zwischen den jüngsten Kammern. Die Gehäusewand weist eine mittelgrobe Perforation auf.

Durchmesser: 0,5–0,6 mm; Höhe: 0,4–0,5 mm.

Bemerkungen: Unzweifelhaft steht *G. venezuelana* Hedberg *G. yeguaensis pseudovenezuelana* Blow und Banner, 1962, sehr nahe. Sie unterscheidet sich aber von jener in der wesentlich weniger groben Perforation der Wandung, die ebenfalls kein stacheliges Aussehen hat. Des weitern konnte an unsern Exemplaren kein peristomaler Vorsprung (= Umbilical-teeth) festgestellt werden. Die Suturen sind nicht so stark vertieft wie bei *G. yeguaensis pseudovenezuelana.*

Vorkommen: relativ häufig, durchgehend.

Globigerina yeguaensis Weinzierl und Applin

Globigerina yeguaensis Weinzierl und Applin, 1929, J. Paleont. *3*, p. 408.

Die von Blow und Banner aus E-Afrika erkannten 2 Varietäten dieser Art treten auch im Ober-Eozän des Helvetikums auf.

Globigerina yeguaensis yeguaensis Weinzierl und Applin

(T. IV, Fig. 4a–d, 5a–c)

in Eames, Banner, Blow und Clarke, 1962, Fundamentals of mid-tertiarystratigraphical correlation, p. 99, pl. XIII, figs. H–M.

Diagnose: 2 bis $2^1/_2$ Windungen machen die mittelgrossen Gehäuse aus. Der nur leicht konvexen Dorsalseite, die von ungefähr 9 in einer niedrigen Trochospirale angeordneten Kammern aufgebaut wird, steht die stark konvexe 3–4-kammerige Ventralseite gegenüber. Die aufgeblähten Kammern sind kugelig und zeigen nur im Axialschnitt eine leicht ovale Form. Speziell die Suturen der jüngsten Kammern sind tief eingesenkt, was denn auch im mässig grossen, aber tiefen Umbilicus zum Ausdruck kommt. Die grosse Stirnseite der letzten Kammer trägt zentral oder auch leicht seitlich an ihrem innern Rande eine mehr oder minder gut ausgebildete lippenartige Vorstülpung, die die Öffnung überdeckt. Die Perforierung der Wand ist mittelgrob bis fein; die Porenöffnungen liegen jedoch ziemlich tief, was der ganzen Wandung ein körneliges bis stacheliges Aussehen aufprägt.

Durchmesser: 0,55 mm; Höhe: 0,35–0,4 mm.

Bemerkungen: Auf die Unterschiede zwischen *G. yeguaensis yeguaensis* und *G. yeguaensis pseudovenezuelana* wird weiter unten eingegangen.

Vorkommen: relativ häufig, in allen Proben.

Globigerina yeguaensis Weinzierl und Applin *pseudovenezuelana* Blow und Banner

(T. V, Fig. 4a–d)

Globigerina yeguaensis pseudovenezuelana Blow und Banner, 1962, Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation, p. 100, pl. XI, figs. J–O.

Diagnose: Drei Umgänge mit ca. 12 Kammern bauen die grossen Gehäuse auf. Wie bei *G. yeguaensis yeguaensis* bilden die Kammern auf der schwach konvexen

Dorsalseite nur eine wenig hohe Trochospirale, hingegen ist die Ventralseite infolge der Abflachung der letzten Kammern eher noch stärker konvex. Die Form der einzelnen Kammern wechselt im Laufe des Wachstums von kugelig zu oval. Die Kammer-Suturen sind ebenfalls eingesenkt, jedoch nicht so tief wie bei der andern Subspecies von *G. yeguaensis*. Der in der Regel mässig offene Umbilicus zeigt eine mittlere Ausdehnung und ist sehr tief. Zentral stülpt sich am innern Rande der letzten Kammer eine Lippe vor, deren Gestalt und Grösse starken Schwankungen unterworfen ist. Die Apertur selbst konnte an keinem Individuum erkannt werden. Die Wand ist mittelgrob perforiert und leicht stachelig.

Durchmesser: 0,65–0,7 mm; Höhe: um 0,5 mm.

Bemerkungen: Von *G. yeguaensis yeguaensis* unterscheidet sich die zur Diskussion stehende Art in folgenden Merkmalen: weniger vertiefte Suturen, leicht zusammengedrückte Kammern im letzten Umgang, offener Umbilicus.

Bei *G. venezuelana* Hedberg ist das Gehäuse runder, die letzten Kammern sind stärker zusammengepresst, die Suturen nur schwach vertieft, und die Wand ist wesentlich feiner perforiert und mit glatter Oberfläche versehen.

Vorkommen: selten, in allen Proben.

Gattung Globigerinita Brönnimann, 1959

Globigerinita cf. *dissimilis* (Cushman und Bermudez)

(T. V, Fig. 5a–d)

cf. *Globigerina dissimilis* Cushman und Bermudez, 1937, Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *13*, part 1, p. 25, pl. 3, figs. 4–6.

cf. *Globigerinita dissimilis dissimilis* (Cushman und Bermudez), in Eames, Banner, Blow und Clarke, 1962, Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation, p. 106, pl. XIV, fig. D

Durchmesser: 0,4–0,5 mm; Höhe: 0,3–0,4 mm.

Bemerkungen: der schlechte Erhaltungszustand der wenigen vorliegenden Exemplare lässt keine exakte Identifizierung zu. Die Bulla ist immer beschädigt und eventuelle akzessorische Aperturen lassen sich nur erahnen. Aufbau und Gestalt betreffend, entsprechen die Individuen *G. dissimilis* (*Catapsydrax* cf. *dissimilis*, in Bolli, 1957, pl. 37, figs. 6a, b) gut.

Vorkommen: sehr selten, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globigerinita pera (Todd)

(T. V, Fig. 7a–d)

Globigerina pera Todd, 1957, U. S. Geol. Survey, Prof. Paper, 280–H, p. 301, pl. 70, figs. 10, 11.
Globigerinita pera (Todd), in Eames, Banner, Blow und Clarke, 1962, Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation.

Diagnose: Das Gehäuse besteht aus drei Umgängen von je ca. 4 Kammern, die auf der Dorsalseite in einer wenig hohen Trochospirale angeordnet sind. Die Ventralseite ist – abgesehen vom Umbilicus – ungefähr gleich stark konvex wie die Spiralseite. Kugelige bis leicht ovale Gestalt zeichnet die Kammerform aus. Breite, vertiefte Suturen trennen die Kammern. Der tiefe Umbilicus ist ziemlich gross und wird je nachdem ganz oder auch nur zum Teil durch eine Bulla-artige, zusammengedrückte Kammer überdeckt. Auf drei Seiten wird diese Bulla mit

tiefen Suturen an die Kammern des letzten Umgangs angeheftet. Die Mündungsverhältnisse konnten bei keinem Exemplar erkannt werden. Die Gehäusewand ist dick und ziemlich grob perforiert; die Wand der Bulla unterscheidet sich hierin, dass sie feiner perforiert und glatter erscheint.

Durchmesser: 0,45–0,5 mm; Höhe: 0,35–0,4 mm.

Bemerkungen: Obwohl die Mündungsverhältnisse infolge des relativ schlechten Erhaltungszustandes des Materials nicht eingehend untersucht werden konnten, entsprechen die Merkmale der vorliegenden Individuen der Beschreibung von Blow und Banner gut. Dass die Bulla nicht immer den ganzen Umbilicus überdeckt, stellt kein Kriterium für eine andere Art dar, variieren doch solche Bildungen in Gestalt und Grösse im allgemeinen recht stark.

Vorkommen: selten, Zone a) (Schimbergschiefer); häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globigerinita unicava (Bolli, Loeblich und Tappan)

(T. V, Fig. 2a–c, 3)

Catapsydrax unicavus Bolli, Loeblich und Tappan, 1957, U. S. Nat. Mus. Bull. 215, p. 37, p. 166, pl. 7, figs. 9a–c, pl. 37, figs. 6a, b.

Diagnose: Die kleinen rundlichen Gehäuse sind beidseitig nur leicht konvex. Die zwei Umgänge werden von ungefähr 10 Kammern gebildet, die in einer sehr niedrigen Trochospirale angeordnet sind, so dass die Dorsalseite beinahe flach erscheint. Die kugeligen Kammern werden durch deutliche, aber nur wenig eingesenkte Suturen getrennt. Über den tiefen Umbilicus legt sich eine wenig dicke Bulla, die mit drei Suturen an die viert- und drittletzte sowie an die letzte Kammer angeheftet ist. Die eigentliche Apertur war bei keinem Individuum erkennbar.

Die Wand der primären Kammern ist relativ fein perforiert und fast glatt, während die Bulla punktiert erscheint. (Es liegen nur sehr wenige Exemplare vor, so dass kein Dünnschliff angefertigt wurde.)

Durchmesser: um 0,35–0,4 mm; Höhe: um 0,3 mm.

Bemerkungen: Diese kleine Art lässt sich dank ihren feinen Poren und der Ausbildung der flachen Bulla leicht von andern Formen unterscheiden.

Vorkommen: sehr selten, Looegg 14 (Schimbergschiefer), Looegg 32, Alpnach-Stad 8 (*Globigerapsis semi-involuta*-Zone).

Unt. Familie Globorotaliinae

Gattung Globorotalia Cushman, 1927

Globorotalia (*Turborotalia*) *centralis* Cushman und Bermudez

(T. VI, Fig. 1a–c, 2b–d, 3b, c)

Globorotalia centralis Cushman und Bermudez, 1937, Contrib. Cushman Lab. Foram. Res. *13*, part 26, pl. 2, figs. 62–65.

Bemerkungen: Eine Art, deren Gestalt starken Schwankungen unterworfen ist. Die stratigraphische Zeitspanne der untersuchten Schichten ist jedoch zu kurz, um auf Grund der morphologischen Untersuchungen irgend etwas über die Evolution dieser Art aussagen zu können.

Vorkommen: häufig, Zone a) (Schimbergschiefer) und untere *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; selten, obere *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globorotalia (*Turborotalia*) *cocoaensis* Cushman

(T. VI, Fig. 4a–c, 5a–d)

Globorotalia cocoaensis Cushman, 1928, Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *4*, part, 3, p. 75, pl. 10, figs. 3a–c.

Bemerkungen: Das einzige deutlich gekielte Exemplar wurde in einer der obersten Proben (L 38) des Looegg-Profils gefunden. Die übrigen Individuen möchte ich als *G.* cf. *cocoaensis* bezeichnen, weil ein Kiel nur schwach angedeutet ist. Die Peripherie zeigt in der Seiten-Ansicht immer eine leichte Kante, weshalb wir *G.* cf. *cocoaensis* leicht von *G.* (*Turborotalia*) *centralis* unterscheiden können. Ausserdem ist die Wand viel feiner perforiert.

Vorkommen: relativ häufig, obere *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Unt. Familie Orbulininae

Gattung Globigerapsis Bolli, Loeblich und Tappan, 1957

Globigerapsis tropicalis Blow und Banner

(T. VII, Fig. 5a–c)

Globigerapsis tropicalis Blow und Banner, 1962, Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation, p. 124, pl. XV, figs. D–F.

Diagnose: Die rundlichen Gehäuse werden von ca. 10 Kammern, die in 2–3 Umgängen angeordnet sind, aufgebaut. Auf der sehr niedrigen Trochospirale sind nur in den wenigsten Fällen die Kammersuturen sichtbar. Die Grössenzunahme der kugeligen Kammern erfolgt abrupt, und die letzte Kammer nimmt beinahe die Hälfte der ganzen Gestalt ein. Die Suturen sind, wenn auch nicht stark, so doch deutlich eingesenkt. Die primäre Apertur liegt im Zentrum des wenig tiefen Umbilicus, dort wo sich die Kammern des letzten Umgangs berühren. Bei den adulten Gehäusen treten 2–3 Supplementäraperturen auf. Diese halbkreisförmigen Öffnungen befinden sich an den Berührungsstellen der Basalsutur der letzten, beziehungsweise zweitletzten Kammer mit den Interkameral-Suturen des zweiten Umgangs. Die Wandung zeigt mittelgrobe Poren und erscheint manchmal rauh.

Durchmesser: 0,4–0,5 mm; Höhe: 0,3–0,4 mm.

Bemerkungen: Die Verwandtschaft und Unterschiede zu andern Arten werden unter *Globigerapsis semi-involuta* besprochen.

Vorkommen: sehr selten, Zone a) (Schimbergschiefer); häufig, *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Globigerapsis semi-involuta (Keijzer)

(T. VII, 1a–c)

Globigerinoides semi-involutus Keijzer, 1945, Geogr.Geol. Meded., Physiogr.-Geol. Reeks, ser. II, No. 6, p. 206, pl. IV, figs. 58a–f.

Diagnose: 10 in einer Spirale angeordnete Kammern bauen das kugelartige Gehäuse auf, wobei sich die Spirale ganz der Gehäuse-Oberfläche angleicht. Die

Kammern nehmen sehr rasch an Grösse zu und erreichen im letzten Umgang unverhältnismässig grosse Dimensionen, was speziell bei der Ausbildung der letzten Kammer zum Ausdruck kommt, die ungefähr das halbe Gehäuse ausmacht. Die Kammersuturen verlaufen radial zur Embryonalkammer, sind kaum vertieft und vor allem am Anfang der Spirale meist undeutlich. Sowohl die Primärapertur als auch die beiden sekundären Öffnungen sitzen an den Schnittpunkten der Basalsutur der letzten Kammer mit den Suturen der vorhergehenden Kammern. Sie sind halbkreis- bis leicht kreisförmig und ca. 90° voneinander entfernt. Die Wand ist mittelgrob perforiert und leicht rauh.

Durchmesser: um 0,55 mm.

Bemerkungen: Blow und Banner, 1962, vermuten, dass *Globigerapsis semiinvoluta* sehr nahe mit *Globigerapsis tropicalis* verwandt ist. Ich möchte sogar weiter gehen und anhand des vorliegenden Materials annehmen, dass direkte Übergangsstadien zwischen den beiden Arten existieren. So fiel es denn manchmal äusserst schwer, Individuen der einen oder andern Art zuzuordnen. Z. B. fand ich ein Gehäuse, dessen letzter Umgang genau *G. tropicalis*-artig aufgebaut ist, die ältern Kammern desselben Exemplars weisen jedoch die Merkmale von *G. semiinvoluta* auf.

Die typischen Vertreter der beiden Arten unterscheiden sich in folgenden Merkmalen:

	G. semi-involuta:	*G. tropicalis:*
Gehäuse	kugelig	rundlich
Kammeranordnung	spiralig, in der Kugelfläche	über die Kugelfläche heraustretend
Kammerwachstum	allmähliche Grössenzunahme	abrupte Grössenzunahme
letzte Kammer	umfassend	nicht umfassend
	$^1/_2$ des Gehäuses	$^1/_2$ des Gehäuses
Suturen	kaum vertieft	leicht, aber deutlich eingesenkt

Aus Europa sind mir folgende Arbeiten bekannt, die sich mit Globigerapsis-Arten befassen und die hier kurz erwähnt seien:

A. Gianotti, 1956, Riv. Min. Siciliana, No. 40–41, p. 6, T. 1, 2., mit Abbildungen von *Globigerapsis semi-involuta*.

V. Pokorny, 1956, Univ. Carolina, Geol. *2*, No. 3, p. 287–293, mit Abbildungen von «*Globigerinoides mexicanus*».

H. Hagn, 1956, Palaeontographica *107*, Abt. A., p. 172, 173, T. 16, mit Abbildungen von *Globigerinoides macrostoma* und *Globigerinoides index*.

Es kann hier nicht entschieden werden, ob sich diese unter verschiedenen Namen aufgeführten Arten irgendwie vereinigen lassen. Jedenfalls liegt aber die Vermutung nahe, dass es sich in allen Fällen um *G. semi-involuta* oder *G. tropicalis* handelt.

Nach Banner und Blow, 1962, sind auch die von Glaessner und später Subbotina (siehe Lit.-Verz.) aus dem Ober-Eozän des Kaukasus als *Globigerinoides conglobatus* Brady bezeichneten Exemplare *Globigerapsis tropicalis* zuzuordnen.

Ferner ergaben Vergleiche mit Originalmaterial der CHALLENGER-Expedition, 1873–1876, dass sich die *Globigerapsis*-Arten aus dem Helvetikum in keiner Weise mit *Globigerinoides conglobatus* BRADY vereinigen lassen. Einige *G. tropicalis* aus unsern Proben entsprechen aber genau den Abbildungen von *Globigerinoides conglobatus* (SUBBOTINA, 1953, T. XIV), was die Annahmen von BANNER und BLOW bestärkt.

Vorkommen: *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Gattung Globigerinatheka BRÖNNIMANN, 1952

Globigerinatheka barri BRÖNNIMANN

(T. VII, Fig. 4a–d)

Globigerinatheka barri BRÖNNIMANN, 1952, Contr. Cushman Found. Foram. Res. *3*, part 1, p. 27, figs. 3a–h.

Bemerkungen: Der Gehäuse-Aufbau ist primär gleich wie bei *Globigerapsis semi-involuta* oder wie bei den Formen der Übergangsstadien zu *Globigerapsis tropicalis*. Kein einziges Exemplar weist aber den Bauplan der typischen *G. tropicalis* auf. Die Figuren 2 und 3 auf Tafel VII zeigen die vermutliche Entwicklung von *Globigerapsis* zu *Globigerinatheka*.

1. Catapsydrax-Stadium. Über der Primärapertur ist eine Bulla mit drei akzessorischen Öffnungen ausgebildet. Die zweite und dritte Supplementärapertur sind gleich wie bei *Globigerapsis semi-involuta*.
2. Ausbildung zweier Bullae. Nur die kleinste und in bezug auf die Windungsrichtung innerste Supplementärapertur bleibt unbedeckt.
3. *Globigerinatheka barri*. Über allen Öffnungen sind Bullae ausgebildet, so dass die Form in diesem Endstadium 9 akzessorische Aperturen aufweist.

Die Gehäusewand von *G. barri* ist grob perforiert und die Oberfläche aufgerauht. Die Bullae hingegen zeigen nur eine feine Punktierung.

Diameter: 0,5–0,6 mm.

Vorkommen: *Globigerapsis semi-involuta*-Zone; Sizilien, Tschechoslowakei, Trinidad.

FAMILIE HANTKENINIDAE

Unt. Familie Hantkenininae
Gattung Hantkenina CUSHMAN, 1925

Hantkenina alabamensis CUSHMAN

(T. V, Fig. 6a, b)

Hantkenina alabamensis CUSHMAN, 1925, Proc. U. S. Nat. Mus. 66, No. 2567, p. 3, pl. 1, figs. 1–6, pl. 2, fig. 5.

Bemerkungen: Die vorliegenden Exemplare, deren Dornen meist abgebrochen sind, werden mit Beschreibungen und Abbildungen der verwandten Arten *H. alabamensis* CUSHMAN, *H. primitiva* CUSHMAN und JARVIS und *H. liebusi* SHOKHINA verglichen. Die Merkmale entsprechen am ehesten denjenigen von *H. alabamensis*.

Durchmesser: 0,4–0,5 mm; Dicke (letzte Kammer): 0,2–0,3 mm.

Vorkommen: selten, obere *Globigerapsis semi-involuta*-Zone (nur im Raume Looegg).

5. AUSWERTUNG DER FAUNEN

A. ALLGEMEINES

Es liegt nahe, mangels Aufsammlungen in den Schweizer Alpen zuerst die nächstgelegenen und gut untersuchten Gebiete des Auslandes für Vergleiche heranzuziehen. Beim Durchgehen der Faunenlisten fällt auf, dass ein grosser Teil der Arten den Autorennamen Gümbel trägt. Keine dieser Arten besitzt jedoch einen eindeutigen stratigraphischen Leitwert. Andererseits weist aber das Vorkommen gleicher Arten in den obereozänen Schiefern der Schweizer Alpen und in den Stockletten des bayrischen Helvetikums erwartungsgemäss auf eine Ablagerung unter denselben Bedingungen hin. Die «Stadschiefer» dürfen trotzdem nicht für Äquivalente der Stockletten gehalten werden, zeigt doch das Vorkommen von *Globigerapsis semi-involuta* für die «Stadschiefer» klar ein obereozänes Alter, während Hagn, 1960, für die Stockletten Ober-Lutétien bis Lédien angibt. Es scheint mir aber nicht abwegig, die obersten Stockletten eventuell mit den Schimbergschiefern (Zone a) der obereozänen Globigerinen-Schiefer) zu parallelisieren.

Eine weitere auffallende Ähnlichkeit in der Fauna besteht mit derjenigen aus den Schiefern von Varignano. Diese müssen gemäss den Ausführungen von Hagn, 1956, ins untere Ober-Eozän gestellt werden. Der Autor weist ferner darauf hin, dass die Mergel von Varignano viele Arten mit dem dalmatinischen Eozän teilen.

Auch Formen, die Hantken zum erstenmal aus dem ungarischen Eozän beschreibt, sind im Ober-Eozän des untersuchten Gebietes recht häufig anzutreffen.

Ziehen wir in Betracht, dass unter den benthonischen Formen nur recht wenige mit eozänen Arten aus Amerika übereinstimmen, so wird einmal mehr der Beweis für eine gut begrenzte Faunenprovinz der Tethys erbracht.

Ganz anders stehen die Verhältnisse in bezug auf die planktonischen Formen. Die enorme Verbreitung der Globigerinacea und der gute Leitwert einzelner Arten gaben ja schon seit einiger Zeit Anlass zu Arbeiten über weltweite stratigraphische Korrelationen.

Die neuesten Untersuchungen von Blow und Banner, 1962, ergaben weitgehende Übereinstimmungen der Faunen-Zonen in E-Afrika mit den von Bolli, Loeblich und Tappan, 1957, in Amerika eingeführten Zonen.

Auch italienische Mikropaläontologen (Cita, Gianotti, Premoli-Silva) befassen sich eingehend mit der Zonierung des Tertiärs sowohl der S-Alpen als auch des Apennins und erkannten mancherorts Übereinstimmungen mit der amerikanischen Zonen-Gliederung.

Wie stehen nun die Verhältnisse im alpinen Raum? Nach meinen eigenen Studien sind sämtliche untersuchten Schiefer auf Grund der Mikrofauna ins obere Eozän zu stellen. Die eigentlichen «Stadschiefer» führen fast überall *Globigerapsis semi-involuta*. Auch die übrigen planktonischen Foraminiferen, wie *G. cor-*

pulenta, G. tripartita, Globigerinita unicava, Hantkenina alabamensis, um nur die wichtigsten zu nennen, beweisen für die Stadschiefer eindeutig obereozänes Alter. Ja, das Auftreten von *G.* cf. *ampliapertura* und *Globorotalia cocoaensis* in den jüngsten Schichten des Looegg-Profils lassen sogar den Schluss zu, dass das Ende der Stadschiefer-Sedimentation in der helvetischen Randkette mit der Grenze zwischen den Zonen von *Globigerapsis semi-involuta* und *Globorotalia cocoaensis* zusammenfallen dürfte. Somit ist dargelegt, dass auch das Eozän der Alpen – wenigstens die jüngsten Schichten des Helvetikums betreffend – in die weltweite Korrelation mittels «Zonen-Märker» einbezogen werden kann.

B. EINGLIEDERUNG DER OBEREOZÄNEN SCHIEFER IN DAS BESTEHENDE STRATIGRAPHISCHE SYSTEM DER SCHWEIZER ALPEN

J. Schumacher, 1948, stellt auf Grund der Grossforaminiferen (Discocyclinen, Nummuliten) der liegenden Schichten die ganze Hohgant-Serie ins Priabonien, so dass dann die hangenden «Stadschiefer» mindestens als mittleres Ober-Eozän zu betrachten wären. Wie lässt sich nun dieser Befund mit meinen Resultaten vereinbaren (vgl. Tabelle Fig. 34).

Aus der Hohgant-Serie liegen keine leitenden Kleinforaminiferen vor. Ebenso erzielten die Untersuchungen in den Schimbergschiefern, die als schiefrige Facies des obersten Teils der Hohgant-Serie aufzufassen sind (Mollet, 1921), kein eindeutiges Resultat für eine Zonen-Gliederung. Einzig das Fehlen von *Globigerapsis semi-involuta* lässt erkennen, dass wir es hier mit Schichten zu tun haben, die eindeutig älter sind als die obereozänen Schiefer der *Globigerapsis semi-involuta*-Zone.

Ohne auf das Problem der Stufen-Einteilung eingehen zu wollen, sei an dieser Stelle die Arbeit von L. Hottinger und H. Schaub, 1960, zitiert. Diese beiden Autoren ordnen auf Grund von Funden von *Nummulites brongniarti* d'Archiac und Haime die Schimbergschiefer und die Hohgant-Serie der Biarritzien-Stufe zu. Über die Frage der Mitteleozän-Obereozän-Grenze sowie über die Berechtigung der Stufen-Bezeichnung Biarritzien wird zur Zeit noch heftig diskutiert. Wir beschränken uns deshalb vorläufig darauf, die Schimbergschiefer als Zone a) der obereozänen Globigerinen-Schiefer (ohne *Globigerapsis semi-involuta*) zu bezeichnen. Ziehen wir noch in Betracht, dass sowohl Bolli, 1957, als auch Banner und Blow, 1962, das Obereozän mit dem ersten Auftreten von *Globigerapsis semi-involuta* Keijzer beginnen lassen, dann könnten – diese Grenze auch für die in der Randkette untersuchten Schichten übernommen – die Schimbergschiefer und Hohgant-Serie sogar ins obere Mitteleozän gehören. Solange jedoch im Helvetikum der Randkette für die liegenden Schichten der *Globigerapsis semi-involuta*-Zone noch kein Leitfossil (wie z. B. *Truncorotaloides rohri* in Trinidad) gefunden ist, bleiben Altersangaben unsicher.

Die Zone b) des helvetischen Ober-Eozäns ist durch das Vorkommen von *Globigerapsis semi-involuta* klar definiert. Die Zone c) der obereozänen Schiefer fehlt im Helvetikum der Randkette oder ist eventuell durch den mächtigen Schicht-Komplex der Schlieren-Habkern-Mulde überdeckt. Einen Hinweis für die Existenz dieser Zone des jüngsten Eozäns verdanken wir der Arbeit von

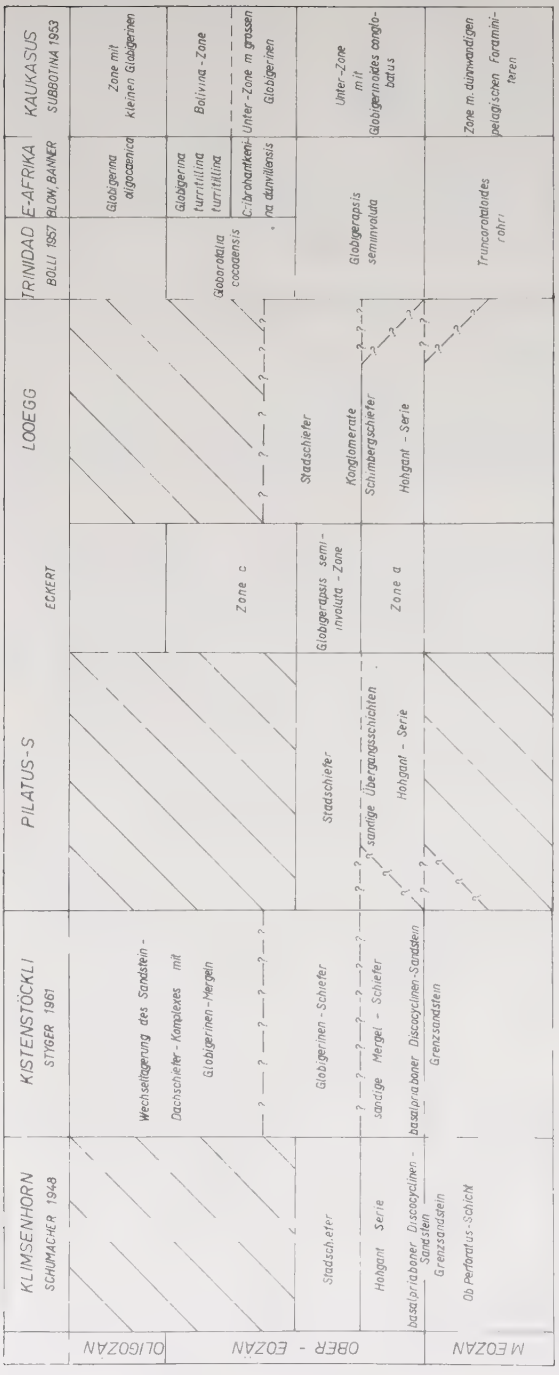


Fig. 35. Tabelle zur stratigraphischen Korrelation im obern Eozän

G. A. Styger (1961, Bau und Stratigraphie der N-helvetischen Tertiärbildungen in der Hausstock- und westlichen Kärpfgruppe, Zürich). Der Autor stellt in verschiedenen Profilen eine Wechsellagerung von priabonen Globigerinen-Schiefern mit Schichten des Sandstein-Dachschiefer-Komplexes, also den Übergang vom Eozän ins Oligozän, fest. Leider hält sich Styger in stratigraphischen Fragen nur an Grossforaminiferen, so dass keine Schlüsse über eine Zonen-Zugehörigkeit der Globigerinen-Schiefer gezogen werden können.

Ein weiterer Beweis für die mögliche Existenz einer jüngsten Zone c) im helvetischen Eozän (*Globorotalia cocoaensis*-Zone) scheint mir das Vorkommen von *Globorotalia cerro-azulensis* Cole in den Globigerinen-Mergeln der Amdener-Mulde (R. Herb, 1962).

Zukünftigen Studien über die Globigerinen-Schiefer bleibt es vorbehalten, die hier erwähnten Zonen a) und c) mittels leitender Kleinforaminiferen zu definieren.

In nebenstehender Tabelle sind die in den letzten beiden Kapiteln beschriebenen Feststellungen und Vermutungen zusammengefasst.

ZUSAMMENFASSUNG DER RESULTATE

Die Untersuchungen in den obereozänen Globigerinen-Schiefern (Stad- und Schimbergschiefern) ergaben folgende Resultate:

1. Die dargestellte Foraminiferenfauna umfasst 94 Arten und Varietäten. Hievon wurden 25 von Gümbel (1868) erstmals aus dem Nord-Helvetikum Bayerns erwähnte Arten abgebildet und neu beschrieben.
2. Die Hypothese einer Entwicklungsreihe von Globigerapsis zu Globigerinatheka konnte durch Funde von Übergangsformen bestätigt werden.
3. Die in der helvetischen Randkette als Stadschiefer bezeichneten Schichten können der *Globigerapsis semi-involuta*-Zone (Bolli, 1957) zugeordnet werden.
4. In den Schimbergschiefern wurde kein Zonenfossil gefunden. Auf Grund ihres Fauneninhalts dürfen diese Schichten eventuell als Äquivalent der obersten Stockletten des bayrischen Eozäns aufgefasst werden.
5. Als Nebenresultat ergab sich eine verbesserte Methode, um Fossilien von anhaftendem Sedimentmaterial zu befreien.

LITERATURVERZEICHNIS

Anderegg, H. (1940): *Geologie des Isentals.* Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 77. Liefg.

Bandy, O. L. (1949): *Eocene and oligocene Foraminifera from Little Stave Creek, Clark County, Alabama.* Bull. A. A. P. G. *32*, no. 131.

– (1961): *Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California.* Micropaleont. *7*, nr. 1, 1–26.

Banner, F. T. & Blow, W. H. (1959): *The classification and stratigraphical distribution of the Globigerinaceae.* Paleontology *2*, part 1, p. 1–27.

– (1960): *Some primary types of species belonging to the superfamily Globigerinaceae.* Contr. Cushman Found. Foram. Res. *11*, part 1, 1–42.

– (1962) siehe Eames, Banner, Blow & Clarke.

Barker, R. W. (1936): *Micropaleontology in Mexico with special reference to the Tampico Embayment.* Bull. A. A. P. G. *20*, no. 4, 434–456.

– (1960): *Taxonomic notes on the species figured by H. B. Brady in his report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873–1876.* Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ. no. 9.

Beck, P. (1911): *Geologie der Thunerseegebirge.* Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 29.

– (1920): *Über die Verschiedenheit der beiden Thunerseeufer in Bezug auf Bau und Facies.* Eclogae geol. Helv. *26*, no. 1.

Beckmann, J. P. (1954): *Die Foraminiferen der Oceanic Formation (Eocaen-Oligocaen) von Barbados, Kl. Antillen.* Eclogae geol. Helv. *46*, no. 2, 301–412.

– (1958): *Correlation of pelagic and reefal faunas from the Eocene and Paleocene of Cuba.* Eclogae geol. Helv. *51*, no. 2, 416–422.

Bentz, F. (1948): *Geologie des Sarnersee-Gebietes.* Eclogae geol. Helv. *41*, no. 1, 1–77.

Bermudez, P. J. (1937): *Nuevas especies de foraminiferos del Eoceno de Cuba.* Mem. Soc. Cub. Hist. Nat. *11*, no. 3, 137–150.

– (1938): *Foraminiferos de la fauna de Jicotea, Provincia Sta. Clara Cuba.* Mem. Soc. Cub. Hist. Nat. *12*, 91–96.

– (1949): *Tertiary smaller Foraminifera of the Dominican Republic.* Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. no. 25.

– (1952): *Estudio sistematica de los Foraminiferos rotaliformes.* Bol. Geol. (Caracas) *2*, no. 4.

– (1960): *Foraminiferos planctonicos del Golfo de Venezuela.* Mem. Soc. Ciencias Nat. La Salle *20*, no. 55, 58–76.

(1961): *Contribution al estudio de las Globigerinidae de la region Caribe-Antillana (Paleoceno-Reciente).* Mem. III Congr. geol. Venez., Bol. Geol., *3*, Publ. esp. 3.

Bolli, H. (1951): *Zur Altersbestimmung von Tertiärschiefern aus dem Helvetikum der Schweizer Alpen mittels Kleinforaminiferen.* Eclogae geol. Helv. *43*, no. 2, 105–114.

– (1957): *Planctonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando Formations of Trinidad, B. W. I.* US. Nat. Mus. Bull. 215, 155–172.

Bolli, H. M., Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1957): *Planctonic foraminiferal families Hantkeninidae, Orbulinidae, Globorotaliidae and Globotruncanidae.* US. Nat. Mus. Bull. 215, 3–50.

Boussac, J. (1910): *Nummulitique helvétique et Nummulitique préalpin dans la Suisse centrale et orientale.* Paris.

Brönnimann, P. (1950): *Weitere Beobachtungen an Hantkeninen.* Eclogae geol. Helv. *43*, no. 2, 245–251.

– (1952): *Globigerinoita and Globigerinatheka, new genera from the Tertiary of Trinidad, B. W. I.* Contr. Cushman Found. Foram. Res. *3.*, part 1, 25–28.

Brückner, W. (1946): *Neue Konglomeratfunde in den Schiefermergeln des jüngeren helvetischen Eocaens der Zentral- und Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *38*, no. 2, 315–328.

Buxtorf, A. (1924): *Geologie des Pilatus.* Verh. Schweiz. Naturf. Ges., II. Teil, 31–47.

– (1937): *Über Einschlüsse von Seewerkalk im obereocaenen Lithothamnienkalk des Pilatusgebietes.* Eclogae geol. Helv. *30*, no. 2, 301–303.

Cadisch, J. (1953): *Geologie der Schweizer Alpen.* Basel.

Cita, M. B. (1960): *Guida allo Studio della Micropaleontologia.* Milano.

Cole, W. S. (1949): *Upper Eocene larger Foraminifera from Cuba.* J. Paleont. *23*, no. 3.

Coryell, H. N. & Embich, J. R. (1937): *The Tranquilla Shale (Upper Eocene) of Panama and its foraminiferal fauna.* J. Paleont. *11*, no. 4, 289–305.

Cushman, J. A. (1927): *Some characteristic Mexican fossil foraminifera.* J. Paleont. *1*, no. 2, 147–172.

– (1935): *Upper Eocene foraminifera of the Southeastern United States.* US. Geol. Survey, Prof. Paper 181.

– (1937): *A monograph of the foraminiferal family Verneuilinidae.* Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. no. 7.

– (1937): *A monograph of the foraminiferal family Valvulinidae.* Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. no. 8.

– (1937): *A monograph of the foraminiferal subfamily Virgulinidae.* Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. no. 9.

– (1939): *Eocene Foraminifera from Submarine Cores off the Eastern Coast of North-America.* Contr. Cushman Lab. Foram. Res. *15*, part 3, 49–76.

– (1946): *A rich foraminiferal fauna from the Cocoa Sand of Alabama.* Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. no. 16.

– (1950): *Foraminifera, their classification and economic use.* 4th ed., Cambridge (Massachusetts).

Cushman, J. A., & Applin, E. R. (1926): *Texas Jackson Foraminifera.* Bull. A. A. P. G. *10*, no. 2, 145–189.

Cushman, J. A., & Parker, F. L. (1947): *Bulimina and related foraminiferal genera.* US. Geol. Survey Prof. Paper 210–D.

Cushman, J. A., & Renz, H. H. (1948): *Eocene Foraminifera of the Navet and Hospital Hill Formation of Trinidad, B. W. I.* Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. no. 24.

Cushman, J. A., & Siegfus, S. S. (1939): *Some new and interesting Foraminifera from the Kreyenhagen Shale of California.* Contr. Cushman Found. Foram. Res. *15*, part 2, 23–32.

– (1942): *Foraminifera from the type aera of the Kreyenhagen Shale of California.* Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. *9*, no. 34, 385–426.

Cushman, J. A., & Stainforth, R. M. (1951): *Tertiary Foraminifera of coastal Ecuador.* J. Paleont. *25*, no. 2, 129–164.

Cuvillier, J., & Szakall, V. (1949): *Foraminifères d'Aquitaine, première partie.* Soc. Nat. Pétr. Aquit.

Eames, F. E., Banner, F. T., Blow, W. H., & Clarke, W. J. (1962): *Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation.* Cambridge.

Eckert, R. (1960): *Reinigungs- und Anreicherungsversuche an Kleinforaminiferen.* Eclogae geol. Helv. *53*, no. 2, 645–648.

Eckert, R., Hay, W. W., Lorenz, G., & Vogt, P. (1961): *The magnetic separator as a tool in micropaleontology.* J. Paleont. *35*, no. 4, 876–877.

ELLIS, B. F., & MESSINA, A. R. (1940): *Catalogue of Foraminifera*. Am. Mus. Nat. Hist., New York.
GIANOTTI, A. (1956): *Sulla presenza e sul valore stratigrafico di Globigerinatheka Brönnimann in Sicilia*. Riv. Min., no. 40–41.
GIGON, W. (1952): *Geologie des Habkerntales und des Quellgebietes der Grossen Emme*. Verh. Natf. Ges. Basel *63*, no. 1, 49–136.
GLAESSNER, M. F. (1937): *Planktonforaminiferen aus der Kreide und dem Eozän und ihre stratigraphische Bedeutung*. Stud. Micropaleont., Moskau *1*, 1.
– (1945): *Principles of Micropaleontology*. Melbourne Univ. Press.
GRIMSDALE, F. T. (1951): *Correlation, age determination, and the Tertiary pelagic Foraminifera*. Proc. 3d World Petr. Congr., Section I.
GÜMBEL, C. W. (1868): *Beiträge zur Foraminiferenfauna der nordalpinen Eozängebilde*. Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., *10*, II. Abt.
HAGN, H. (1952): *Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschliessenden Helvetikums*. Geol. Bavar. no. 10.
– (1952): *Zur Kenntnis von Helvetikum und Flysch im Raum von Neubeuren am Inn*. Geol. Bavar. no. 14, 69–75.
– (1953): *Beschreibung von Triplasia loeblichi n. sp. (Foram). nebst Bemerkungen zu den Gattungen Triplasia und Tribrachia*. Paläont. Z. *27*, 3/4, 212–219.
– (1954): *Some Eocene Foraminifera from the Bavarian Alps and Adjacent Areas*. Contr. Cushman Found. Foram. Res. *5*, part 1, 14–20.
– (1954): *Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern)*. Geol. Bavar. no. 22.
– (1956): *Geologische und paläontologische Untersuchungen im Tertiär des Monte Brione und seiner Umgebung (Gardasee, Ober-Italien)*. Palaeontographica *107*, Abt. A, Liefg. 3–6, 67–210.
– (1960): *Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern*. Geol. Bavar. no. 44.
HEIM, ARN. (1909): *Sur le Nummulitique des Alpes Suisses*. Soc. Géol. France, 4e sér. *9*, 25–30.
HERB, R. (1962): *Geologie von Amden*. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 114. Liefg.
HOFKER, J. (1956): *Tertiary Foraminifera of coastal Ecuador*. J. Paleont. *30*, no. 4, 891–958.
HORNIBROOK, N. DE B. (1958): *New Zealand Upper Cretaceous and Tertiary foraminiferal zones and some overseas correlations*. Micropaleont. *4*, no. 1, 25–38.
HOTTINGER, L. (1962): *Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène*. Schweiz. Paläont. Abh. *75/76* (1960).
HOTTINGER, L., & SCHAUB, H. (1960): *Zur Stufeneinteilung des Paläocaens und des Eocaens. Einführung des Ilerdien und des Biarritzien*. Eclogae geol. Helv. *53*, no. 1, 435–479.
KAUFMANN, F. J. (1867): *Der Pilatus*. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 5. Liefg.
– (1886): *Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebung bis zur Brünigstrasse und Linie Lungern-Grafenort*. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 24. Liefg.
KEIJZER, F. G. (1945): *Outline of the geology of the eastern part of the Province of Oriente, Cuba*. Geogr. Geol. Meded., Physiogr.-Geol. Recks, Ser. II, no. 6.
KOCH, R. (1926): *Mitteltertiäre Foraminiferen aus Bulongan, Ost-Borneo*. Eclogae geol. Helv. *19*, no. 3, 722–751.
LUTERBACHER, H. P. (1960): *Über Versuche zur Anreicherung von Kleinforaminiferen durch Flotation*. Manuskript.
MANGIN, J. P. (1956): *Comparaison entre les faunes de Microforaminifères de Biron et de Biarritz*. Cptes. rendus des séances de l'Acad. des Sciences *242*, 795–796.
MANGIN, M. (1956): *Etude sur associations de microforaminifères de l'Eocène de Biarritz*. Bull. Sci. de Bourgogne *15*, 173–186.
MOLLET, H. (1916): *Über die stratigraphische Stellung der eozänen Glaukonitschichten beim Küblibad am Thunersee*. Mitt. Natf. Ges. Bern.
(1921): *Geologie der Schafmatt-Schimbergkette und ihrer Umgebung*. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. XLVII, III. Abt.
NUTTALL, W. L. F. (1930): *Eocene Foraminifera from Mexico*. J. Paleont. *4*, no. 3, 271–293.
(1935): *Upper Eocene Foraminifera from Venezuela*. J. Paleont. *9*, no. 2, 121–131.

Pokorny, V. (1949): *On the Microfauna of the Eocene Green Clay of Nikolcice (Moravia, Czechoslovakia)*. Bull. internat. Acad. tchéque des Sciences *50*, 15.

– (1956): *The zone with Globigerinoides mexicanus (Cushman) in the Eocene of Moravia, Czechoslovakia*. Univ. Carolina, Geol. *2*, no. 3, 287–293.

– (1958): *Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie*. Berlin.

Premoli Silva, I., & Palmieri, V. (1962): *Osservazioni stratigrafiche sul Paleogene della Val di Non (Trento)*. Mem. Soc. Geol. Italiana. *3*, 191–212.

Renz, H. H. (1942): *Stratigraphy of northern South-America, Trinidad, and Barbados*. Proc. 8th Amer. Scient. Congr., 513–571.

Sacal, V., & Debourle, A. (1957): *Foraminifères d'Aquitaine, Partie II*. Mém. Soc. Géol. France, no. 78.

Schaub, H. (1951): *Stratigraphie und Paläontologie des Schlierenflysches*. Schweiz. Paläont. Abh. *68*.

Schider, R. (1913): *Geologie der Schrattenfluh*. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. XLIII. Liefg.

Schneeberger, W. (1927): *Die stratigraphischen Verhältnisse von Kreide und Tertiär der Randkette nördlich des Thunersees*. Mitt. Bern. Naturf. Ges.

Schumacher, J. (1948): *Zur Gliederung des marinen Lutétien und basalen Priabonien der Schweizer Alpen*. Eclogae geol. Helv. *41*, no. 1, 79–88.

Schweighauser, J. (1953): *Mikropaläontologische und stratigraphische Untersuchungen im Paleocaen und Eocaen des Vicentin (Norditalien)*. Schweiz. Paläont. Abh. *70*.

Selli, R. (1944): *Una microfauna Eocenica inclusa nelle Argille Scagliose del Passo dell'Abbadessa*. Giorn. Geol., Ann. Mus. Geol. Bologna, ser. 2, *17*, 33–91.

Senn, A. (1940): *Paleogene of Barbados and its bearing on history and structure of Antillean-Caribbean Region*. Bull. A. A. P. G. *24*, no. 9, 1548–1610.

Soder, P. A. (1949): *Geologische Untersuchungen der Schrattenfluh und des südlich anschliessenden Teils der Habkern-Mulde*. Eclogae geol. Helv. *42*, no. 1, 35–109.

Stainforth, R. M. (1948): *Applied micropaleontology in coastal Ecuador*. J. Paleont. *22*, no. 2, 113–151.

– (1953): *The basis of Paleogene correlation of Middle America*. Bol. Soc. Geol. Peru *26*, 247–262.

Styger, G. A. (1961): *Bau und Stratigraphie der nordhelvetischen Tertiärbildungen in der Hausstock- und westlichen Kärpfgruppe*. Zürich.

Subbotina, N. N. (1953): *Foraminifères fossiles d'U. R. S. S., Globigerinidae, Globorotaliidae, Hantkeninidae*. Trudy VNIGRI, no. 76.

Thalmann, H. E. (1932): *Die Foraminiferen-Gattung Hantkenina Cushman 1942 und ihre regionalstratigraphische Verbreitung*. Eclogae geol. Helv. *25*, no. 2, 287–292.

Tobler, A. (1929): *Alveolinenfunde im Tertiär der nördlichen Kalkalpen*. Eclogae geol. Helv. *22*, no. 2, 175–180.

Todd, R., & Kniker, H. T. (1952): *An Eocene foraminiferal fauna from the Agua Fresca Shale of Magallanes Province, southernmost Chile*. Contr. Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ. no. 1.

Todd, R., & Low, D. (1960): *Smaller Foraminifera from Eniwetok drill holes*. US. Geol. Survey Prof. Paper 260–X, 799–861.

Todd, R., & Post, R. (1954): *Smaller Foraminifera from Bikini drill holes*. US. Geol. Survey Prof. Paper 260–N, 547–565.

Verniory, R. (1956): *Extraction des microfossiles*. Arch. Sc., Genève *9*, fasc. 4.

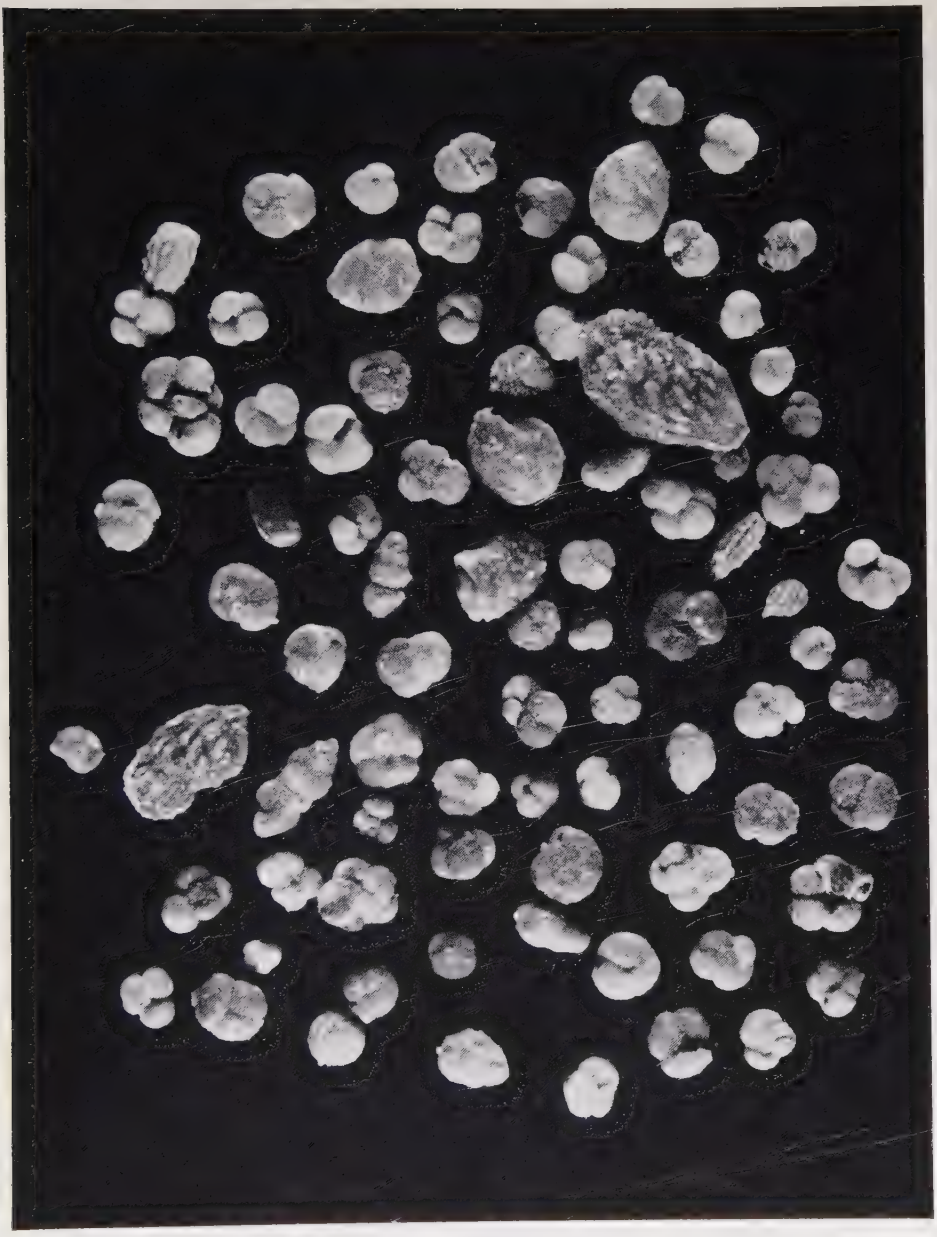
Curriculum vitae

Am 8. August 1932 wurde ich, Hans Ruedi Eckert, von Wattwil SG, Sohn des Walter Eckert, Kaufmann in Brunnadern SG, und der Gertrud geb. Eberle, in Herisau geboren. Am Wohnort meiner Eltern besuchte ich Primar- und Sekundar-Schule. Anschliessend trat ich ins Realgymnasium der Kantonsschule St. Gallen ein, wo ich im Herbst 1952 das Maturitäts-Zeugnis Typus B erwarb.

Hierauf immatrikulierte ich mich an der Universität Basel und begann im Frühjahr 1954 mit dem Studium der Geologie, das ich anfänglich krankheitshalber oft unterbrechen musste. Im Laufe des Studiums besuchte ich die Vorlesungen und Praktika der Herren Proff. L. Vonderschmitt, M. Reichel, H. Schaub, H. P. Laubscher, W. Nabholz, E. Wenk, P. Bearth, H. Erlenmeyer, S. Fallab, P. Huber, E. Miescher, M. Geiger-Huber und A. Portmann.

Unter Leitung der Herren Proff. M. Reichel und L. Vonderschmitt erfolgte in den Jahren 1959–1962 die Ausarbeitung der vorliegenden Dissertation, welche hierauf an der Côte d'Ivoire fertiggestellt wurde, wo ich seit Februar 1962 als Leiter der Schweizerischen Forschungsstation tätig bin.

Clavulinoides szaboi (Hantken) aus den Übergangsschichten Hohgant-Serie-Stadschiefer. ×16.



Stadschiefer-Fauna, Wängen 9. ×16.

Tafel III

Wandstrukturen ×200 vergrössert, Fig. 2a–c ×80, alle übrigen Figuren ×50.

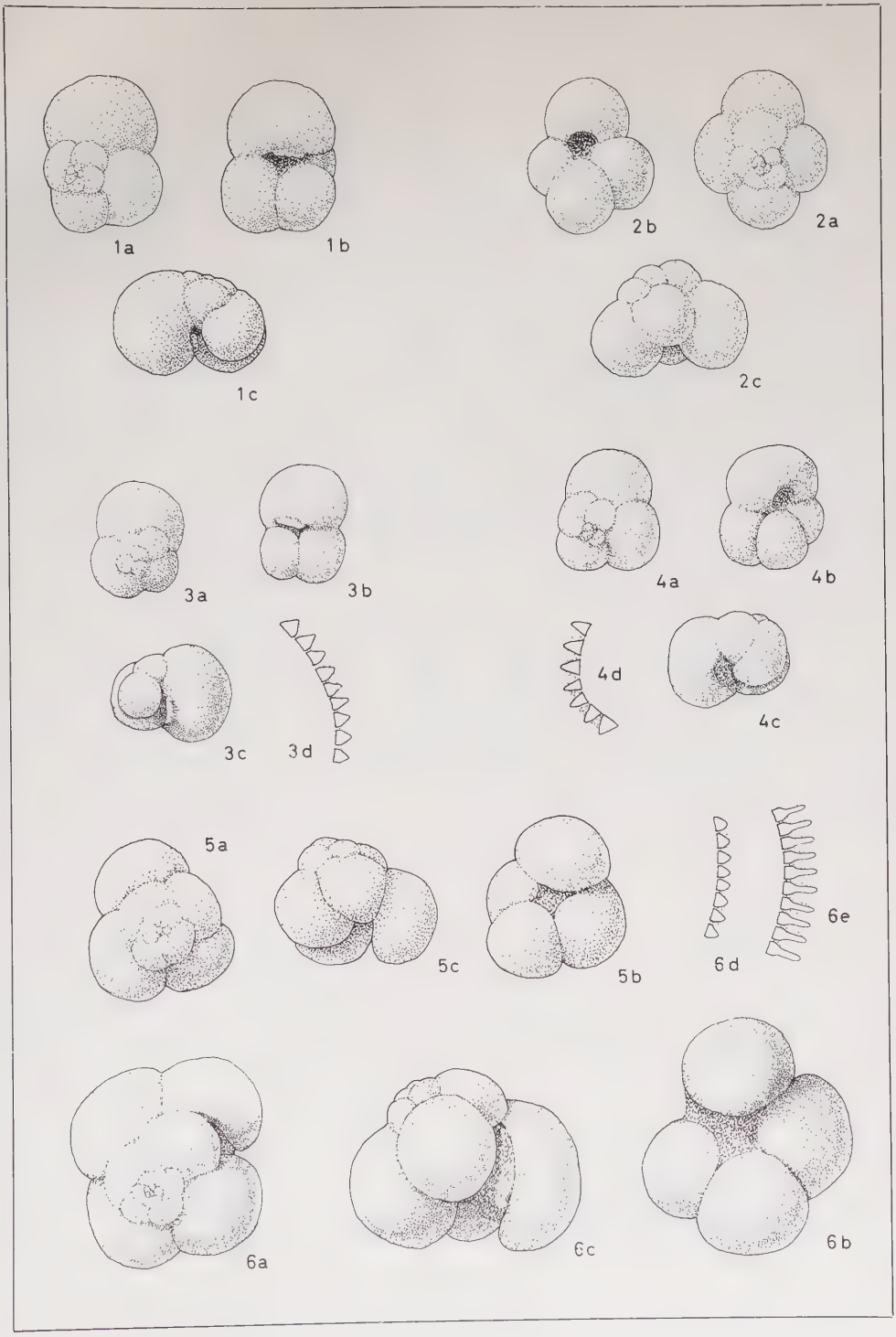
a: Spiralseite, b: Umbilicalseite, c: Seitenansicht

Fig. 1a–c. 3a–d. *Globigerina linaperta* FINLAY, 1a–c Looegg 13a; 3a–d Looegg 13f.

Fig. 2a–c. *Globigerina ouachitensis* HOWE & WALLACE, Alpnach Stad 8.

Fig. 4a–d. *Globigerina* cf. *ampliapertura* BOLLI, Looegg 32.

Fig. 5a–c, 6a–e, *Globigerina corpulenta* SUBBOTINA, 5a–c Looegg 13a; 6a–e Looegg 34; 6d Wandstruktur der primären Kammern; 6e Wandstruktur der letzten Kammer.


1a
1b
1c
2b
2a
2c
3a
3b
3c
3d
4a
4b
4d
4c
5a
5c
5b
6d
6e
6a
6c
6b

Tafel IV

(Wandstrukturen ×200 vergrössert, alle übrigen Figuren ×50.

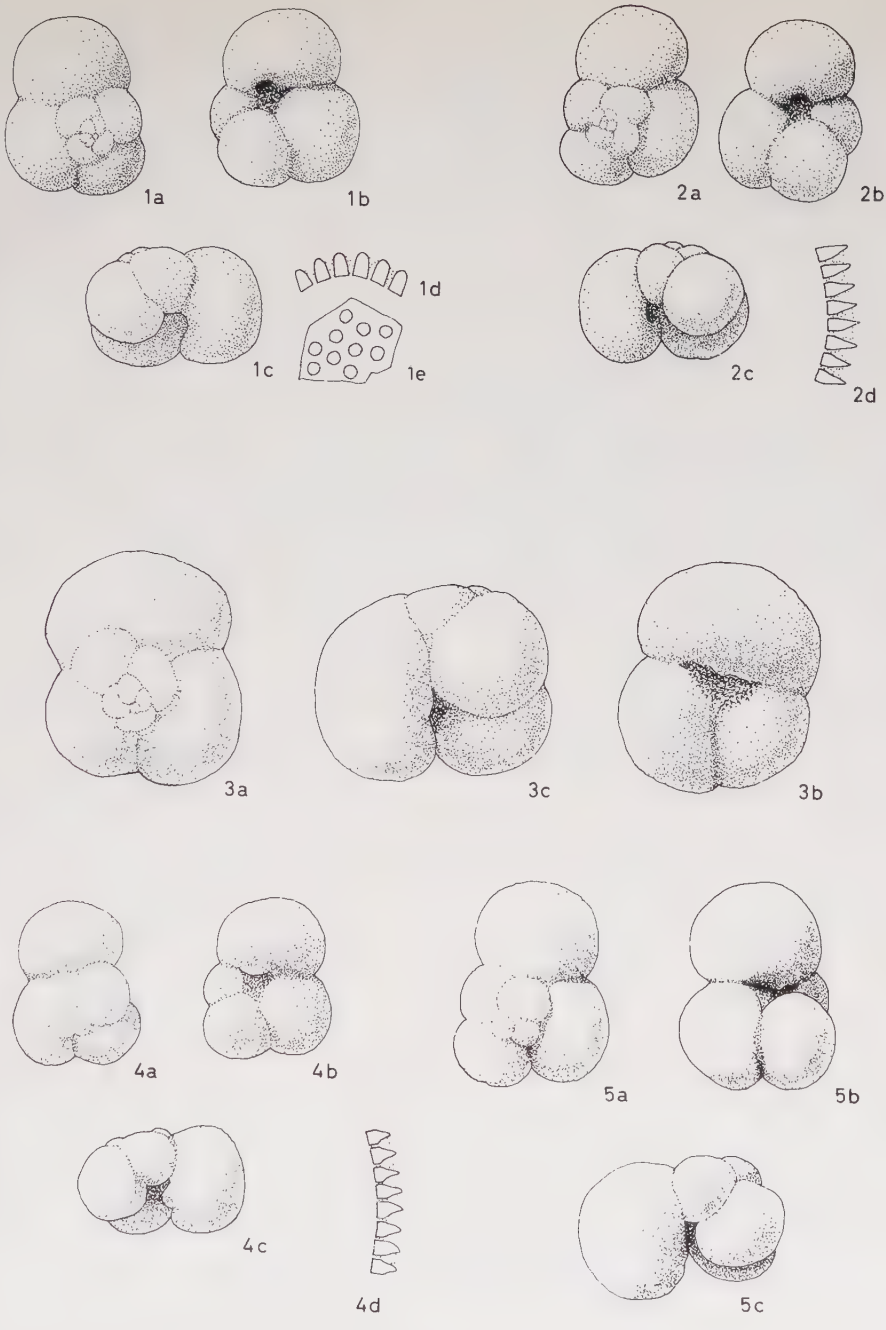
a: Spiralseite, b: Umbilicalseite, c: Seitenansicht)

Fig. 1a–e. *Globigerina pseudoeocaena compacta* Subbotina, Looegg 14 unten.

Fig. 2a–d. *Globigerina praebulloides occlusa* Blow & Banner, Looegg 13f.

Fig. 3a–c. *Globigerina tripartita tripartita* Koch, Wängen 9.

Fig. 4a–d, 5a–c. *Globigerina yeguaensis yeguaensis* Weinzierl & Applin, 4a–d Looegg 14 unten; 5a–c Looegg 13f.


1a
1b
2a
2b
1c
1d
1e
2c
2d
3a
3c
3b
4a
4b
5a
5b
4c
4d
5c

Tafel V

(Wandstrukturen ×200 vergrössert, alle übrigen Figuren ×50.

a: Spiralseite, b: Umbilicalseite, c: Seitenansicht)

Fig. 1a–d. *Globigerina venezuelana* HEDBERG, Looegg 13a.

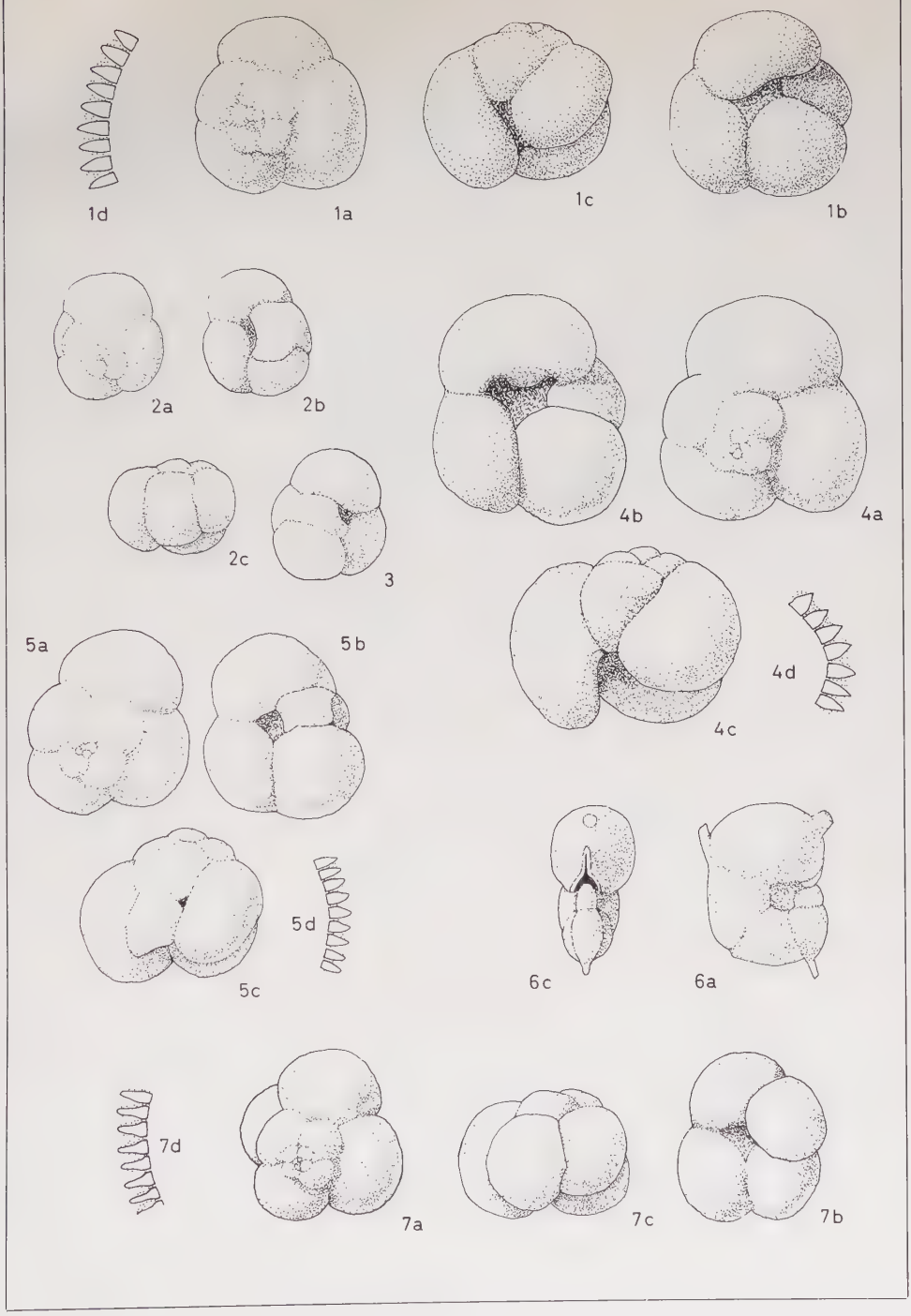
Fig. 2a c, 3. *Globigerinita unicava* (BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN), 2a–c, Looegg 14 oben; 3, Looegg 39.

Fig. 4a–d. *Globigerina yeguaensis pseudovenezuelana* BLOW & BANNER, Looegg 13a.

Fig. 5a–d. *Globigerinita* cf. *dissimilis* (CUSHMANN & BERMUDEZ), Looegg 27.

Fig. 6a, c. *Hantkenina alabamensis* CUSHMAN, Looegg 13f.

Fig. 7a–d. *Globigerinita pera* (TODD), Looegg 13f.


1d
1a
1c
1b
2a
2b
2c
3
4b
4a
4c
4d
5a
5b
5c
5d
6c
6a
7d
7a
7c
7b

Tafel VI

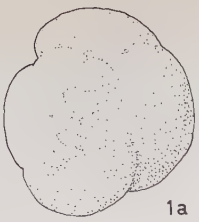
(Wandstrukturen ×200 vergrössert, alle übrigen Figuren ×50.

a: Spiralseite, b: Umbilicalseite, c: Seitenansicht)

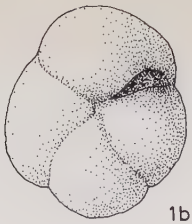
Fig. 1a–c, 2b–d, 3b, c. *Globorotalia* (*Turborotalia*) *centralis* Cushman, 1a–c Looegg 14; 2a–c Looegg 13a; 3a, b Looegg 32.

Fig. 4a–c: *Globorotalia* (*Turborotalia*) cf. *cocoaensis* Cushman, Looegg 27.

Fig. 5a–d: *Globorotalia* (*Turborotalia*) *cocoaensis* Cushman, Looegg 39.

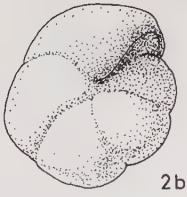

1a

1c


1b

2d

2c


2b

3b

3c

4a

4c

4b

5d

5a

5c

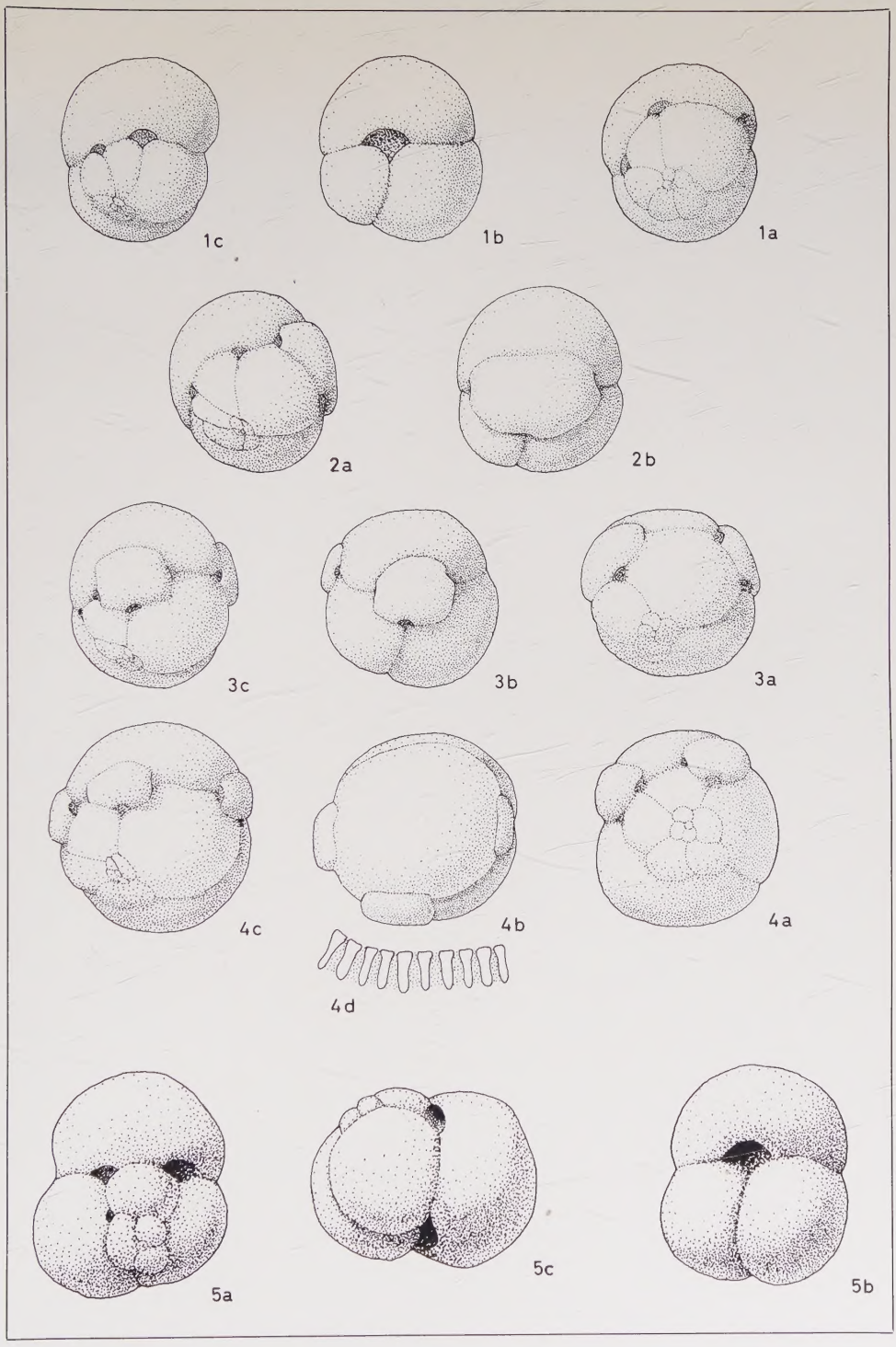
5b

Tafel VII

Wandstrukturen ×200 vergrössert, alle übrigen Figuren ×50.

a: Spiralseite, b: Umbilicalseite, c: Seitenansicht)

Entwicklungsreihe von *Globigerapsis semi-involuta* zu *Globigerinatheka barri*. Alle Fig. Looegg 32.
Fig. 1a–c, 2a, b, 3a–c. *Globigerapsis semi-involuta* (KEIJZER). 2a, b. Stadium mit einer Bulla über der Primär-Apertur. 3a–c Stadium mit 2 Bullae.
Fig. 4a–d. *Globigerinatheka barri* (BRÖNNIMANN).
Fig. 5a–c. *Globigerapsis tropicalis* BLOW & BANNER, Wängen 9.


1c
1b
1a
2a
2b
3c
3b
3a
4c
4b
4a
4d
5a
5c
5b